



HAL
open science

Enseigner et apprendre la circulation du sang : analyse didactique des pratiques conjointes et identifications de certains de leurs déterminants : trois études de cas à l'école élémentaire

Éliane Pautal

► **To cite this version:**

Éliane Pautal. Enseigner et apprendre la circulation du sang : analyse didactique des pratiques conjointes et identifications de certains de leurs déterminants : trois études de cas à l'école élémentaire. Education. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2012. Français. NNT : 2012TOU20115 . tel-00844031

HAL Id: tel-00844031

<https://theses.hal.science/tel-00844031>

Submitted on 12 Jul 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Université
de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse 2 - Le Mirail (UT 2 Le Mirail)

Présentée et soutenue par :

Éliane PAUTAL

le mardi 23 octobre 2012

Enseigner et apprendre la circulation du sang : analyse didactique des pratiques conjointes et identification de certains de leurs déterminants

Trois études de cas à l'école élémentaire

Tome 1

ED CLESCO : Sciences de l'éducation

Unité de recherche :

UMR Éducation Formation Travail Savoirs (EFTS)

Directeur(s) de Thèse :

Patrice VENTURINI, Professeur, université Toulouse II (Directeur)

Patricia SCHNEEBERGER, Professeure, université Bordeaux IV (Co-directrice)

Rapporteurs :

Maryline COQUIDÉ, Professeure, ENS Lyon

Gérard SENSEVY, Professeur, IUFM de Bretagne

Autre(s) membre(s) du jury :

Francia LEUTENEGGER, Professeure, université de Genève, Présidente du jury

Remerciements

Mes remerciements vont en tout premier lieu à ma directrice de thèse Patricia SCHNEEBERGER et à mon directeur Patrice VENTURINI qui m'ont indiqué patiemment la route juste à emprunter pour mener à bien ce travail.

Mes remerciements vont également à Maryline COQUIDÉ, Francia LEUTENEGGER et Gérard SENSEVY qui ont accepté de relire mon travail et de me faire l'honneur de leur présence dans mon jury.

Je tiens à remercier l'université de LIMOGES qui m'a laissé l'opportunité de réaliser cette thèse dans les meilleures conditions et tout particulièrement l'IUFM du Limousin qui m'a fourni les moyens techniques et humains pour enregistrer les séances de classe.

Il m'est indispensable de remercier très sincèrement les trois professeurs et les élèves qui m'ont accueillie dans leur classe ; sans eux ce travail n'aurait pas pu se faire.

Mes pensées vont aussi à tous ceux qui de près ou de loin ont été une ressource, un accompagnement, un soutien au long de ces quatre années de recherche : mes amies et mes amis. Ils ont permis des conversations enrichissantes, des mises à distance, des remises en question avec un grand professionnalisme, parfois avec drôlerie et humour, toujours avec gentillesse et compréhension. Je remercie donc les collègues de l'IUFM qui ont permis des échanges fructueux. Je tiens à remercier chaleureusement les collègues de l'UMR EFTS de TOULOUSE avec lesquels j'ai un très grand plaisir à travailler. Enfin, un grand merci à celles qui ont accepté de me loger à TOULOUSE ; elles ont été attentives et réconfortantes ... *Merci à tous.*

À Audrey et Quentin

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	7
PARTIE N° 1. MATRICE THÉORIQUE ET CONSTRUCTION DE LA PROBLÉMATIQUE.....	11
CHAPITRE 1. DÉCRIRE ET COMPRENDRE DES PRATIQUES À L' AIDE DE LA THÉORIE DE L' ACTION CONJOINTE EN DIDACTIQUE ET DU RAPPORT AUX SAVOIRS	13
1. La TACD, un appareil théorique d' analyse des situations didactiques	13
2. Le rapport au savoir ; une question multiréférentielle.....	26
3. Mise en tension TACD et rapport aux savoirs.....	33
4. En guise de conclusion : une proposition pour la recherche	37
CHAPITRE 2. PROBLÉMATIQUE ET DOMAINE D'ÉTUDE	41
1. Problématique	41
2. Le choix de la thématique : la circulation du sang	43
CHAPITRE 3. LA CIRCULATION DU SANG : ÉLÉMENTS DE RÉFÉRENCES ÉPISTÉMOLOGIQUE, INSTITUTIONNELLE ET DIDACTIQUE	45
1. La circulation du sang au cycle 3 : positionnement de l' institution	45
2. Analyse didactique des préconisations institutionnelles.....	48
3. Des repères pour comprendre les transactions didactiques autour de la circulation du sang.....	66
4. Conclusion	75
CHAPITRE 4. CONTEXTUALISATION DES QUESTIONS DE RECHERCHE ET CHOIX DES ÉTUDES DE CAS	77
1. Formulation des questions de recherche.....	77
2. Le choix des études de cas.....	78
PARTIE N° 2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	81
CHAPITRE 1. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE.....	83
CHAPITRE 2. CONSTRUCTION DES DONNÉES	87
1. Dispositif de recherche	87
2. Les traces recueillies.....	87
CHAPITRE 3. TRAITEMENT ET CONDENSATION DES DONNÉES	95
1. Produire une analyse <i>a priori</i> pour approcher des déterminations professorales	95
2. Reconstruire des jeux didactiques de la séquence ou analyse <i>in situ</i> pour dégager des caractéristiques	96
3. Inférer des déterminants côté professeur et côté élèves.....	100
CHAPITRE 4. CONCLUSION À L' ARTICULATION OBJETS DE RECHERCHE - MÉTHODOLOGIE	103

PARTIE N° 3. LES TRAVAUX EMPIRIQUES : TROIS ÉTUDES DE CAS.....	105
CHAPITRE 1. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°1	107
1. Le contexte de l'étude de cas n°1	107
2. Analyse <i>a priori</i> des savoirs en jeu.....	107
3. Résultats de l'étude <i>in situ</i> dans la classe n°1	130
CHAPITRE 2. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°2	167
1. Le contexte de l'étude de cas n°2	167
2. Analyse <i>a priori</i> des savoirs en jeu.....	168
3. Résultats de l'étude <i>in situ</i> dans la classe n°2	188
CHAPITRE 3. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°3	231
1. Le contexte de l'étude de cas n°3	231
2. Analyse <i>a priori</i> des savoirs en jeu.....	231
3. Résultats de l'étude <i>in situ</i> dans la classe n°3	250
CHAPITRE 4. SYNTHÈSE DES PRATIQUES CONJOINTES DANS LES TROIS CLASSES	297
1. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°1	297
2. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°2	299
3. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°3	301
PARTIE N° 4. DISCUSSION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE.....	305
CHAPITRE 1. DISCUSSION DES RÉSULTATS DES TROIS ÉTUDES DE CAS	307
1. Discussion comparative des pratiques dans les trois classes	307
2. Les déterminants professoraux	317
3. Des déterminants élèves	324
CHAPITRE 2. RETOUR SUR LES CADRES THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE	329
1. Les conditions méthodologiques de production des résultats	329
2. Retour sur le cadre théorique	332
CONCLUSION	337
1. RÉSUMÉ CONCLUSIF DES CARACTÉRISTIQUES DES PRATIQUES	338
2. LA COMPLEXITÉ DES DÉTERMINANTS DES PRATIQUES.....	340
3. DÉTERMINANTS ET FORMATION PROFESSIONNELLE : MISE EN PERSPECTIVE DES APPORTS DE LA RECHERCHE.....	343
4. DES PROLONGEMENTS À CETTE RECHERCHE.....	345
BIBLIOGRAPHIE	347
TABLE DES MATIÈRES	357
TABLE DES TABLEAUX.....	369
TABLE DES ILLUSTRATIONS	370

Introduction

Les travaux sur les pratiques d'enseignement et d'apprentissage, dans le champ des Sciences de l'Homme et de la Société, témoignent tous de la grande complexité de cette activité humaine. L'enjeu de tels travaux scientifiques est de viser une meilleure description des pratiques à des fins de compréhension (Bru, 2002). La nécessité de ces travaux s'impose lorsqu'on tente de comprendre les liens entre des pratiques d'enseignement et des pratiques d'apprentissage. Cette nécessité est d'autant plus grande que l'on s'interroge à propos de pratiques d'enseignants polyvalents en sciences au niveau de l'école élémentaire en estimant que ces pratiques pourraient insuffler (ou non) aux élèves le goût des sciences. Par ces pratiques, il ne s'agit pas de faire des élèves des scientifiques mais de les engager dans une culture scientifique authentique, en leur faisant percevoir des connaissances, des méthodes d'analyse et de raisonnement ainsi que des valeurs contribuant à leur formation de jeune élève dans une société où les connaissances ont un rôle de plus en plus important d'une manière générale et où les connaissances scientifiques en particulier ont un impact sociétal de plus en plus fort. En tant que formatrice en sciences de la vie et de la Terre d'enseignantes et d'enseignants, comprendre les pratiques de ceux-ci autour de savoirs scientifiques est une préoccupation majeure car entrer dans la complexité de ce qui se joue en classe pourrait potentiellement nous aider dans nos actions de formation en tentant de prévenir « *l'origine du déclin d'intérêt pour les études scientifiques* » puisqu'il est entendu que celle-ci « *réside en grande partie dans la façon dont les sciences sont enseignées dans les écoles* » dans une modélisation essentiellement mécaniste de la relation entre enseignement et apprentissage (Rocard *et al.*, 2007, p. 2).

En s'inscrivant dans ces préoccupations actuelles qui concernent l'ensemble des pays européens, la problématique qui sous-tend nos travaux est d'identifier certes les contours mais aussi les raisons de pratiques d'enseignement et d'apprentissage qui participent d'une forme de culture scientifique scolaire dans des classes de l'école primaire française. Dès lors, pour définir ces pratiques dans leurs objets, outils et valeurs, les questionnements généraux que nous cherchons à résoudre explorent différentes dimensions de celles-ci : quelle est la nature des savoirs produits en classe ? Quelle est la place accordée aux élèves quand des savoirs scientifiques sont en jeu ? Quel est le rôle des langages dans ces pratiques en classe ? Quelles valeurs sont transmises par ces pratiques ? Ces indicateurs qui parcourent nos questionnements participent tous d'une forme de caractérisation fine de pratiques d'enseignement et d'étude centrées sur des savoirs scientifiques, caractérisation dont nous avons besoin pour comprendre les enjeux de ce qui se joue en classe.

Devant la nécessité de comprendre des pratiques d'une grande complexité, nous posons ensuite la question de savoir quelles sont certaines des raisons qui conduisent les acteurs des classes à produire tel ou tel type de pratique quand des savoirs scientifiques sont en jeu. S'interroger de cette façon sur les pratiques produites dans la classe, c'est d'une certaine manière être attentif aux intentions personnelles des acteurs didactiques, mais aussi à des éléments non intentionnels qui les dépassent et les influencent, quand ils « font » des sciences dans l'école d'aujourd'hui. Autrement dit, comprendre des pratiques de classe actuelles, c'est se donner les moyens de rechercher quels sont les processus, intentionnels ou non, qui peuvent diriger l'action de faire, de telle ou telle façon, quand il s'agit d'enseigner ou

d'apprendre des savoirs scientifiques. C'est aussi d'une certaine façon poser la question de la participation des élèves à la constitution de cette culture scientifique scolaire. Dans cette optique d'approcher quelques unes des déterminations des pratiques, les questions qui nous préoccupent sont alors : quelles sont les connaissances implicites ou explicites qui peuvent rendre raison de tel ou tel comportement en classe, de la part de l'enseignant, de la part de l'élève ?

Ce sont à certaines de ces questions que notre travail de recherche tentera d'apporter des réponses qui, on le pressent, ne peuvent être simples mais au moins aussi complexes que l'action humaine à laquelle elles se rapportent. Ces questions sont formulées dans un cadre théorique précis. Notre étude est située dans le champ des recherches en didactique des sciences de la vie et de la Terre avec une entrée ternaire incluant des savoirs et des personnes mobilisant le *paradigme émergent de l'action conjointe* (Sensevy, 2011). Cherchant à expliquer une partie des processus d'une action humaine particulière, l'action didactique, en relation avec un ensemble d'éléments que nous considérons comme à l'origine de déterminations de cette action, notre étude mobilise la théorie de l'action conjointe en didactique (Sensevy et Mercier, 2007) autant qu'elle en propose une ouverture en direction des élèves.

Nous avons souhaité décliner ces questions en interrogeant des pratiques autour de savoirs biologiques, ceux de la circulation du sang. Le choix de travailler sur la circulation du sang s'est imposé quand il s'est agi de partir à la recherche de déterminants pouvant expliquer l'action ; le sang peut être source de fantasmes, de croyances, de peurs, de dons entre individus qu'il nous semblait pertinent d'interroger quand ce concept est enseigné et/ou appris.

Nous proposons des éléments de réponse à ces questions en menant une analyse qualitative des pratiques à partir de trois études de cas dans des classes « ordinaires » sur lesquelles nous produisons une analyse ascendante des pratiques effectives (Leutenegger, 2000 ; 2008). De cette manière, d'une part, nous documentons des pratiques dans trois classes de CM2 de l'école élémentaire française et d'autre part nous inférons l'importance et la nature de déterminants de l'action tant du côté du professeur que du côté des élèves.

L'architecture globale de ce mémoire de recherche présente quatre grandes parties.

Nous développerons dans une première grande partie les outils conceptuels nécessaires pour mener les analyses didactiques de pratiques conjointes ; dans un premier temps, nous livrerons les outils théoriques fournis par la théorie de l'action conjointe en didactique, puis nous évoquerons la notion de rapport aux savoirs des acteurs didactiques. Ce premier ensemble constitue la matière pour construire notre problématique de recherche. À la suite, des éléments de références épistémologique, institutionnel et didactique à propos de la circulation du sang, nécessaires pour nos analyses, seront présentés. Cette première grande partie s'achèvera par l'exposé des questions directrices de nos analyses empiriques.

Une seconde grande partie de ce mémoire sera entièrement consacrée à la présentation de la méthodologie de la recherche. Nous y justifierons la constitution des corpus sur lesquels nous développons les analyses de la partie suivante.

La troisième partie du mémoire, qui constitue le cœur de cette thèse, est une partie empirique exclusivement réservée à l'exposition des résultats de la recherche

dans trois classes différentes du cycle 3 de l'école élémentaire (niveau 4 et 5 de l'école obligatoire) constituant autant d'études de cas.

Nous reviendrons, dans la quatrième et dernière partie de ce document, dans un mouvement réflexif, sur les résultats produits dans la partie empirique pour discuter à la fois les résultats et les outils théoriques et méthodologiques ayant permis leur production.

Nous concluons cet écrit de recherche par des perspectives, en termes de formation d'enseignants et de futures recherches, entrevues à l'issue de cette thèse.

PARTIE N° 1. MATRICE THÉORIQUE ET CONSTRUCTION DE LA PROBLÉMATIQUE

Notre travail consiste en l'analyse des pratiques d'enseignement et d'apprentissage autour de savoirs particuliers de la biologie, ceux de la circulation du sang, afin de produire des savoirs relatifs à la compréhension de ces pratiques, dans l'école primaire française. La préoccupation principale dans ce travail est d'envisager les interactions entre les acteurs de la situation didactique, dans un processus dynamique d'agir conjoint, en essayant d'en inférer des déterminations à des fins de compréhension.

La première partie de ce mémoire pose les éléments théoriques dont nous avons besoin pour mener les analyses didactiques de la partie 3, selon une méthodologie qui sera présentée dans la partie 2 de ce mémoire. C'est donc la construction théorique des objets de recherche que nous proposons de suivre dans la partie inaugurale de cet écrit, architecturée de la façon suivante.

Dans un premier chapitre, nous développons les premiers outils théoriques de la thèse pour mener les analyses proprement didactiques des pratiques d'enseignement et d'apprentissage de la circulation sanguine. Les analyses se faisant dans le cadre de la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD) développée par Sensevy *et al* (Sensevy, Mercier et Schubauer-Léoni, 2000 ; Sensevy et Mercier, 2007, Sensevy, 2011), nous reprenons dans un premier temps les éléments essentiels de cette théorie en développement. Nous préjugeons réellement fécond de mettre en lien la TACD avec la notion de rapport aux savoirs. Cette notion a fait l'objet de plusieurs théorisations que nous développons : une dans le champ psychanalytique avec les travaux de Beillerot, Blanchard-Laville et Mosconi (1996), une dans le champ de la didactique des mathématiques sous la houlette de Chevallard (1992) et une dans le champ des sciences de l'éducation avec les travaux de Charlot (1997, 2003) et Charlot, Beautier et Rochex (1992). Nous discutons ensuite ces différentes approches pour retenir celles qui nous paraissent les plus en lien avec le cadre théorique de la TACD de façon à proposer un complément au modèle d'analyse des pratiques conjointes intégrant les élèves dans ce modèle par l'intermédiaire de leurs déterminants. Ce chapitre participe donc de la construction de la problématique de recherche en articulant deux cadres théoriques que nous pensons féconds pour les travaux engagés.

En appui sur ces éléments théoriques, nous exposerons dans le second chapitre la problématique de la recherche en lien direct avec le domaine d'étude relatif à la circulation du sang dont nous expliciterons le choix. Une fois posé l'enjeu de la recherche, centré sur les analyses de pratiques conjointes d'enseigner et d'apprendre et leurs déterminations, nous devons nous doter d'éléments explicatifs permettant de produire les analyses les plus pertinentes en regard des savoirs en jeu ; c'est ce que nous ferons dans le chapitre 3. Nous donnerons dans ce chapitre, des références épistémologique, institutionnelle et didactique quant aux savoirs de la circulation du sang. Nous fournirons ainsi des éléments des programmes relatifs à la circulation du sang au cycle 3 que nous discuterons d'un point de vue didactique, notamment concernant les contenus à enseigner et les manières de les enseigner. Enfin, nous reprendrons des résultats de travaux en didactique des SVT les obstacles épistémologiques relatifs au concept de circulation du sang et nous conclurons sur les

registres explicatifs du vivant ; autant d'éléments de référence indispensables pour produire des analyses argumentées, menées dans la partie empirique, afin de caractériser les ROS et les épistémologies du professeur et des élèves.

Un court chapitre 4, dans un mouvement de reprise des éléments produits tout au long des chapitres précédents, remettra en contexte les questions de recherche et expliquera le choix des trois études de cas développées dans la partie 3 de ce mémoire.

Chapitre 1. DÉCRIRE ET COMPRENDRE DES PRATIQUES À L'AIDE DE LA THÉORIE DE L'ACTION CONJOINTE EN DIDACTIQUE ET DU RAPPORT AUX SAVOIRS

1. La TACD¹, un appareil théorique d'analyse des situations didactiques

Nous souhaitons mener des analyses qui prennent en compte l'ensemble des acteurs du système didactique en situation de classe « ordinaire » que nous pourrions définir de la façon suivante :

« Une classe « ordinaire » est un lieu didactique d'enseignement et d'apprentissage où l'observateur reste, du début à la fin de la séquence d'enseignement, totalement neutre quant aux choix d'actions des acteurs observés » (Rilhac, 2007, p.159).

Partant du postulat que les situations d'enseignement et d'apprentissage se tissent entre des acteurs et que les savoirs en jeu résultent de leur action conjointe, il nous semble que dans l'ensemble complexe des travaux sur les pratiques enseignantes, c'est, à l'intérieur des analyses didactiques, la théorie de l'action didactique conjointe qui nous paraît la plus pertinente pour mener notre recherche.

La théorie de l'action conjointe du professeur et des élèves en didactique (TACD) développée par Sensevy *et al* (Sensevy, Mercier et Schubauer-Léoni, 2000 ; Sensevy et Mercier, 2007 ; Sensevy, 2011) considère l'action humaine comme une action dans laquelle l'acte de l'un constitue la source de l'acte de l'autre, basé sur « une sémosis réciproque d'autrui » qui autorise des *inférences conjointes* permettant aux humains de se comprendre (Sensevy, 2011, p. 211). Cette théorie modélise l'activité humaine comme un système organisé de jeux didactiques (Sensevy, 2011, p.43) qui, implémentés à un savoir particulier, deviennent des « jeux d'apprentissage » eux-mêmes caractérisés à l'aide de systèmes de descripteurs. Ces systèmes de descripteurs sont organisés autour d'une stratification ternaire : le jeu joué *in situ*, la construction du jeu et les déterminants du jeu. Aussi, après avoir défini les jeux didactiques, nous envisagerons comment ils sont joués *in situ*, mais aussi comment ils sont construits et enfin quels éléments sont susceptibles de les déterminer.

1.1. « Les jeux » dans la théorie de l'action conjointe en didactique

La TACD propose de considérer l'action didactique comme une série de jeux. « Dans l'ensemble des pratiques humaines, ce jeu est bien spécifique, puisqu'il met en présence un joueur particulier, le Professeur, qui gagne si et seulement si l'Élève gagne, c'est à dire apprend » (Sensevy, Maurice, Clanet et Murillo, 2008, p.109). Ces jeux didactiques présentent un certain nombre de caractéristiques que l'on peut rappeler ici :

C'est un jeu *coopératif* dans le sens où professeur et élèves interagissent à propos d'un « objet » transactionnel², le savoir. L'action conjointe est une action organiquement coopérative (Sensevy et Mercier, 2007, p.15) et coordonnée.

¹ Théorie de l'action conjointe en didactique.

C'est un jeu de *communication* au sens où il s'actualise dans des transactions mettant en jeu les trois sous-systèmes du système didactique : Professeur, Élève et Savoir.

C'est un jeu *conditionnel* dans le sens où le professeur n'atteint son objectif que si l'élève apprend (Sensevy, 2008, p. 44). Cet apprentissage exige que l'élève fasse sien un savoir au lieu de simplement le restituer.

C'est un jeu *contraint* dans le sens où l'élève « gagne » s'il joue « par lui-même ». C'est la clause *proprio motu* au fondement de la relation didactique (l'élève agit de lui-même pour apprendre) qui exige du coup une nécessaire *réticence didactique* de la part du professeur : celui-ci ne peut dire ce que l'élève doit apprendre de lui-même, sinon personne ne gagne au jeu.

C'est un jeu qui suppose *la dévolution* (Brousseau, 1998) pour que l'élève joue au jeu et qu'il accepte de prendre la responsabilité de l'apprentissage en jeu, à son propre compte.

C'est un jeu *paradoxal* où le gain de l'élève (et donc du professeur) est sous la responsabilité du professeur : le professeur est à la fois « juge et partie » ce qui suppose la tentation de « tricher » au jeu : ce que Brousseau (1998) a identifié très tôt sous la forme des effets *Topaze* (faire produire une stratégie dite « gagnante » même si l'élève n'apprend pas *proprio motu*) et *Jourdain* (déclarer l'élève « gagnant » au jeu, mais l'élève n'a pas appris).

Un *jeu d'apprentissage* n'existe que dans le cadre du jeu didactique : il est spécifié à un enjeu de savoir particulier. On peut voir une séquence d'enseignement-apprentissage comme une succession de jeux d'apprentissage centrés chaque fois autour d'un nouvel enjeu de savoir dans la classe pour avancer dans l'apprentissage. C'est le jeu du professeur sur le jeu de l'élève (Sensevy, 2011, p. 124) ; c'est ce que le professeur fait faire aux élèves et ce que les élèves produisent en regard de cette action.

Ce préambule nous a permis de définir les « jeux » dans la théorie de l'action didactique conjointe du professeur et des élèves proposée par Sensevy *et al.* Nous avons besoin de ces informations préalables, car une partie du travail engagé consiste en une délimitation et une description fine de jeux dans les classes participant à la recherche à des fins d'analyses. Venons-en à la présentation de la stratification ternaire de la théorie : faire jouer le jeu, construire le jeu et les déterminations du jeu. Ce sont ces trois strates que nous présenterons maintenant afin de situer plus précisément l'ancrage de nos propres travaux dans ce cadre théorique et notamment la place des rapports aux savoirs des acteurs didactiques dans cette stratification ternaire.

1.2. Faire jouer le jeu ou analyse *in situ*

Les jeux *en train de se faire* sont caractérisés à l'aide de trois systèmes de descripteurs que nous envisageons maintenant : le doublet milieu/contrat, le triplet des genèses et le quadruplet de caractérisation des jeux. Ce système de descripteurs est indispensable au chercheur pour mener l'analyse du jeu *in situ*. C'est pour nous l'outil théorique de lecture des faits se déroulant dans la classe.

² Dans la TACD, l'action didactique est considérée comme une transaction dans laquelle l'un produit une action en complément de ce que fait l'autre, chacun assurant une part de la transaction. Dans nos études, l'objet des transactions est le savoir.

Voyons d'abord le doublet milieu-contrat de descripteurs qui peut caractériser les jeux d'apprentissage. Envisageons dans l'immédiat le contrat qui lie les partenaires de la relation didactique, à travers la notion de contrat didactique développée par Brousseau (1986).

1.2.1. La solidarité milieu/contrat

Un jeu d'apprentissage se comprend dans une dialectique milieu/contrat et la plupart du temps, les jeux d'apprentissage sont perçus par les élèves dans un mixte entre ce qui est compris des attentes du professeur de la part des élèves (contrat didactique) et aussi ce que l'élève prend des rétroactions fournies par le milieu (Santini, 2010, p. 161).

1.2.1.1. La notion de contrat didactique

Le contrat didactique correspond à « *l'ensemble des comportements du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître* » (Brousseau, 1980, p. 127). Il repose donc sur les attentes réciproques et non formulées de chacun des protagonistes de la relation didactique et préexiste, sans jamais avoir été discuté dans le projet social qui fonde l'acte d'enseignement. Pour poursuivre la citation de Brousseau (1980),

« Il³ est la règle de décodage de l'activité didactique par laquelle passent les apprentissages scolaires. On peut penser qu'à chaque instant, les activités d'un enfant dans un processus dépendent du sens qu'il donne à la situation qui lui est proposée, et que ce sens dépend beaucoup du résultat des actions répétées du contrat didactique ».

Celui-ci peut donc être considéré comme un système de règles du jeu immanent à telle ou telle situation et dont les implications réciproques sont constamment redéfinies dans l'action. En effet, même si les règles sont implicites, elles font l'objet d'ajustements en fonction de la situation et du savoir visé.

Pour terminer la citation de Brousseau :

« Le contrat didactique se présente donc comme la trace des exigences habituelles du maître (exigences plus ou moins perçues) sur une situation particulière. Ce qui est habituel ou permanent s'articule plus ou moins bien avec ce qui est spécifique de la connaissance visée ; certains contrats didactiques favoriseraient le fonctionnement spécifique des connaissances à acquérir et d'autres non, et certains enfants liraient ou non les intentions didactiques du professeur et auraient ou non la possibilité d'en tirer une formation convenable ».

Depuis la TSD⁴ de Brousseau, le contrat didactique précise certaines des conditions sous lesquelles un apprentissage devient possible.

Le contrat didactique comporte donc une forte part d'implicite, de non-formulé y compris dans ce qui est dit en classe au cours des échanges verbaux qui ont lieu entre les transactants. Ce dernier point est lié à une certaine *réticence didactique* de la part du professeur qui ne peut dire à l'élève ce qu'il doit apprendre mais qui doit l'inciter à faire, pour apprendre ; l'élève doit du coup décoder ce que le maître ne peut pas dire : on dira que les énoncés du maître ont une très forte valence perlocutoire liée à cet implicite du contrat didactique et à la réticence qui lui est attachée. L'existence du contrat didactique amène à deux caractéristiques déjà évoquées. D'une part le contrat fonctionne sur un paradoxe (ne pas dire ce que l'élève doit apprendre) et

³ Le contrat didactique

⁴ Théorie des situations didactiques

d'autre part le professeur peut être amené à « tricher » avec les deux effets de contrat (*Topaze* et *Jourdain*) évoqués plus haut.

La notion de contrat didactique évoluera ; ainsi Chevallard, dans une approche anthropologique du didactique, replacera le contrat didactique au sein des institutions dans lesquelles les savoirs sont mis à l'étude et à l'enseignement et, de fait, portera l'accent sur les droits et les devoirs⁵ des uns et des autres : le contrat didactique définit les droits et les devoirs des élèves, les droits et les devoirs de l'enseignant et, par cette division des tâches, partage et limite les responsabilités de chacun (Chevallard, 1988). Le contrat didactique apparaît comme le produit d'un mode spécifique de communication didactique instaurant un rapport singulier de l'élève au savoir - mathématique- et à la situation didactique (Sarrazy, 1995). Selon Schubauer-Leoni, le contrat didactique, pour Chevallard, définit divers « rapports institutionnels »⁶. Les rapports institutionnels font que « *le rapport de l'enseignant tend à s'y réduire et que celui de l'élève tend à s'y conformer* » (Schubauer-Leoni, 1996, p.163). Ainsi, si dans la TSD de Brousseau, le contrat didactique « *est au service d'une étude du fonctionnement de la machine didactique* », et instaure un système de normes, d'habitudes ou d'attentes entre enseignant et élèves, Chevallard dans la TAD s'intéresse aux « *conditions de possibilité de ce fonctionnement* » (*Ibid.*) et revisite le contrat didactique dans un contexte plus large, celui de l'institution. Ainsi, les élèves et le professeur n'occupent pas des positions symétriques dans la manière d'appréhender un objet de savoir ; le second sait normalement plus de choses que les premiers et a la responsabilité d'organiser des situations d'enseignement réputées favorables aux apprentissages des premiers. Le contrat didactique organise donc bien « *deux rapports différents à un objet de savoir, deux registres épistémologiques qui distinguent le professeur de ses élèves* » (Johsua et Dupin, 1993, p. 251).

Enfin, des travaux ont exploré un « *fait fondamental et pourtant encore bien trop peu étudié en didactique* » (Sensevy et Mercier, 2007, p.194), il s'agit du fait que le contrat didactique est différentiel (Schubauer-Leoni 1986, Schubauer-Leoni et Leutenegger, 2002), comme sont différentiels les rapports aux milieux des élèves. Il n'y a donc pas un contrat didactique entre le professeur et les élèves mais des contrats entre le maître et des élèves ou des groupes d'élèves. Porter le regard sur le rapport au savoir des acteurs, c'est comprendre une partie des contrats didactiques dans la classe.

Intimement lié à la notion de contrat didactique, envisageons désormais ce que peut être le milieu dans les jeux d'apprentissage.

1.2.1.2. Le milieu didactique dans la TACD

L'élève ne fait pas que prendre des indices de la situation à partir du contrat didactique, il entretient un système de relation avec le milieu inhérent à la situation.

Le travail de théorisation didactique autour de la notion de milieu a été entrepris, entre autres, par Brousseau, 1990 ; Margolinas, 1998 ; Perrin-Glorian,

⁵ Droits et devoirs s'entendent ici par rapport à une composante institutionnelle que nous serons amenée à développer un peu plus loin (p. 30). En substance, on peut dire ici que « *institution* » s'entend dans l'acception théorique que lui donne Chevallard dans la Théorie Anthropologique du Didactique, à la suite de Mauss, Durkheim et surtout Douglas ; et pour reprendre une note de bas de page de Chevallard (2003) : « *le mot d'institution est pris ici en un sens non bureaucratique, proche de l'emploi qu'en fait par exemple l'anthropologue Mary Douglas (voir Douglas 1987)* ». Pour des développements, on peut d'ors et déjà se reporter à la p. 30 de cet écrit.

⁶ Les notions de rapports personnels et institutionnels à un objet O sont discutés plus loin (p. 30). Pour l'essentiel, disons ici qu'un objet O existe s'il existe pour au moins une personne X ou une institution I, c'est-à-dire si au moins une personne ou une institution a un rapport à cet objet O.

1999 ; Joshua et Félix, 2002 ; Amade-Escot, 2005 ; Orange, 2007 ; Sensevy et Mercier, 2007 ; Schubauer-Leoni, 2008 ; Amade-Escot et Venturini, 2009. Nous ne pouvons bien évidemment prétendre à une présentation exhaustive de tous ces travaux, il est cependant nécessaire de revenir sur les principaux mouvements desquels ont émergées les notions de milieu afin de mieux saisir leur niche théorique, c'est pourquoi nous nous limiterons à convoquer quelques auteurs qui ont permis l'enrichissement du concept depuis les travaux historiques de Brousseau.

La notion de milieu chez Brousseau (1986) est définie comme milieu antagoniste et adidactique en mathématiques dans le cadre de la théorie des situations didactiques et d'apprentissage par adaptation. Dans cette théorie le milieu correspond à tout ce qui agit sur l'élève et/ou ce sur quoi agit l'élève. Ce milieu représente le volet local du milieu lié à l'apprentissage visé. Le milieu créé par l'enseignant est à la fois matériel (les objets à observer, des loupes, des manuels ...) et symbolique ou cognitif (quelles notions ont été travaillées et que l'on va devoir réutiliser, les réseaux conceptuels sollicités pour apprendre tel savoir) ; le professeur installe les élèves dans un certain milieu qui va évoluer au fil des échanges didactiques.

Dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique (TAD), Chevallard développera la notion de milieu institutionnel. Pour lui, le milieu est, avec le contrat, nécessaire à l'écologie des systèmes didactiques ; il établit donc une première dialectique milieu/contrat. Selon Chevallard, il existe un préalable au fonctionnement didactique et à tout projet d'enseignement, c'est un milieu institutionnel qui constitue l'arrière-fond ou l'espèce de *background* nécessaire à l'instauration des transactions didactiques qui s'actualisent *hic et nunc* (Sensevy et Mercier, 2007, p. 23), milieu lui-même en mouvement. « *Le fonctionnement d'un système didactique fait « bouger » le milieu puisque les rapports personnels aux objets d'enseignement vont se transformer au fil du temps didactique* » (Amade-Escot et Venturini, 2009). Ainsi, le milieu est un construit permanent⁷.

En guise de synthèse, Sensevy propose dans le cadre de la TACD non pas un milieu mais *des* milieux : un contexte cognitif de l'action (qu'on pourrait voir comme l'équivalent du versant institutionnel de Chevallard) et un milieu antagoniste (le versant local de Brousseau). Cette proposition permet d'aplanir en partie les difficultés soulevées par Orange (2007) selon lequel un milieu « seulement » antagoniste n'existe jamais en SVT ; il est plutôt alors « *le lieu pour le travail sur le texte des savoirs par la classe* » (Orange, 2007, p. 50). De notre point de vue, celui du cadre théorique d'une action didactique sous l'angle de l'agir conjoint, nous considérons que le milieu est le résultat d'une action conjointe. L'action conjointe du professeur et des élèves contribue à produire et à redéfinir le milieu de l'étude. Et, même si le milieu nécessaire à l'étude des savoirs relève d'un processus de co-construction, il n'est jamais totalement contrôlé ni garanti par le dispositif ou la tâche d'apprentissage. Ce processus a été mis en évidence par de nombreuses études (Comiti, Grenier et Margolinas, 1995 ; Perrin-Glorian et Hersant, 2003 ; Rilhac, 2007). Ce processus de co-construction implique bien évidemment des aspects liés aux conditions matérielles et symboliques structurant les dispositifs proposés aux élèves et au-delà, ce processus est le produit émergent de l'action conjointe professeur/élèves. De plus, ce processus conjoint dans la genèse des milieux s'appuie, bien sûr, sur les élèves, et en même temps, produit des phénomènes différentiels selon les élèves : c'est ce que Schubauer-Leoni a nommé dès 1986, le contrat didactique différentiel avec ses milieux

⁷ Nous y reviendrons quand nous aborderons au paragraphe suivant la mésogenèse.

différentiels. Assude et Mercier ont eux aussi montré « *comment professeur et élèves transforment et créent des milieux différentiels* » qui vont permettre à certains élèves d'entrer dans les tâches mises à l'étude par le professeur, alors que pour d'autres élèves ce travail sera inabordable (Assude et Mercier, 2007, p.178). Ainsi, le milieu de l'enseignant ne recoupe que partiellement celui de chacun des élèves. Du coup, quelle théorisation donner du milieu dans le cadre de la TADC ?

Une proposition de théorisation par Amade-Escot et Venturini est en cours et tente d'envisager les processus en termes de mésogenèse⁸, selon une approche dynamique permettant d'identifier des « *configurations de trajectoires possibles* » en articulant différentes échelles de temporalités didactiques (Amade-Escot et Venturini, 2009). La position théorique du milieu de type institutionnel inclut, selon Amade-Escot et Venturini, l'activité dans ses dimensions historique et culturelle comme étant au principe des actions observables dans l'ici et maintenant des séquences observées. L'action didactique conjointe s'intéresse beaucoup plus à l'ici et maintenant de l'action en décrivant les aspects pragmatiques de la mésogenèse et les processus micro-historiques liés aux interactions didactiques. Les théoriciens de l'action didactique conjointe portent leur attention sur « la transposition mésogénétique interne ». On est plus dans l'aspect situationnel et interactionnel. C'est l'action qui prime. Ainsi l'activité donne épaisseur à l'action et les enseignants mobilisent des figures d'action canonique contextualisées en même temps que des ajustements singuliers en relation avec l'évolution locale et située des interactions didactiques. L'activité s'inscrirait dans le temps long de l'histoire collective et de la culture alors que le *tempo* de l'action la situe dans l'ici et maintenant de la situation en cours. Il faudrait ainsi s'appliquer à saisir la dynamique des transformations conjointes selon deux échelles (au moins) de temps pour saisir la dimension historico-culturelle de l'activité et la dimension actionnelle de l'ici et maintenant.

Finalement en poursuivant la pensée d'Amade-Escot et Venturini,

« « Le milieu didactique » est un concept tissant les possibles et les nécessaires aller-retour entre l'ici et maintenant de l'action conjointe et les substrats historiques, collectifs et institutionnels qui en déterminent la dynamique » et « la pratique concilie à la fois la détermination de la conduite et l'intentionnalité de l'action. » (Venturini et Amade-Escot, 2009, p. 36).

Ainsi, pour notre part, nous considérerons, à la suite d'Amade-Escot et Venturini (2009) que le milieu envisagé dans le cadre de la TADC résulte d'un processus dynamique ; le milieu n'est pas un donné mais un construit. Il est co-construit par le professeur et les élèves. Enfin, le milieu est généralement différentiel, inscrit dans des échelles temporelles multiples articulant les registres de l'activité et de l'action didactiques. Ce milieu différentiel évoqué ici semble faire écho avec ce qu'écrivent Sensevy *et al.* (Sensevy *et al.*, 2008, p.119):

« L'action conjointe du professeur et des élèves produit le milieu des transactions didactiques (processus de mésogenèse), mais cette production...est sélective : il ne s'agit pas d'une action conjointe entre le professeur et la classe, mais d'une action conjointe élective, qui détermine les objets de savoir en transaction sur le fond des potentialités et des capacités d'une partie des élèves de la classe. »

On retrouve ici ce que nous évoquions précédemment avec la notion de contrat didactique différentiel de Schubauer-Leoni (Schubauer-Leoni, 1986).

⁸ Nous proposons dans la section suivante une définition plus précise de ce terme, on peut s'y reporter p. 19.

Ce premier point sur le doublet milieu-contrat nous invite à examiner un autre système de descripteurs de l'action didactique, le triplet solidaire des genèses, en commençant par ce qui semble être le descripteur principal, celui de la mésogenèse, qui fait lien directement avec ce que nous venons d'écrire à propos du concept de milieu.

1.2.2. Le triplet des genèses

Si la notion de doublet milieu-contrat tire assez sûrement son origine des travaux broussaldiens, malgré quelques extensions et remaniements dont nous venons de discuter, on peut attribuer au triplet des genèses une filiation plus chevallardienne.

1.2.2.1. La mésogenèse

Étymologiquement, la mésogenèse désigne la genèse du milieu et a été introduite par Chevallard, (Chevallard, 1992). Le processus didactique, nous l'avons vu, suppose la création d'un milieu, et aussi son évolution ou mésogenèse, dans lequel auront lieu les interactions que nous avons décrites plus haut. C'est sans cesse la recherche d'un équilibre dans la relation élèves-enseignant autour d'un enjeu de savoir, pour garder ensemble, un accord sur l'enjeu d'enseignement et d'apprentissage, et l'activité permanente de régulation de l'enseignant, pour maintenir les interactions élèves/milieu les plus favorables à l'apprentissage qui tiennent la relation didactique. La mésogenèse est aussi ce que Mercier (2002) appelle la référence dans la classe, et que l'on peut définir comme un environnement de signification partagée ou raisonnablement commun ; Schubauer-Leoni quant à elle, parle de la co-construction d'un *mesos* ou lieu de médiation, constitué d'un « système d'objets » pour enseigner et pour apprendre. L'analyse didactique permettra d'apprécier la co-construction des milieux et des savoirs. Au cours de cette co-construction, des transactions se nouent qui constituent des formes particulières d'interactions entre les acteurs didactiques. Ces interactions participent de la formation et de l'évolution des milieux co-construits, afin de tenir ensemble un traitement pertinent de ce qui est considéré comme étant l'enjeu didactique du moment. Nous parlons donc bien ici de milieux au pluriel dont nous avons dit précédemment qu'ils pouvaient être différentiels ; la mésogenèse s'intéresse à la manière dont ces milieux sont produits.

La mésogenèse évolue de concert avec deux autres descripteurs que sont la topogénèse et la chronogénèse. Le maître a tout à la fois à gérer le rapport des élèves à l'environnement didactique (mésogenèse), l'avancée du temps didactique (chronogénèse), la répartition des responsabilités dans l'avancement du savoir entre professeur et élèves (topogénèse), mais cette gestion est sans arrêt déstabilisée par l'action conjointe des élèves.

1.2.2.2. La topogénèse

Elle renvoie à la manière dont se constitue, dynamiquement, le système de places respectives, de l'enseignant et de l'élève, dans la relation didactique et notamment pour ce qui est de la responsabilité de l'avancée du savoir. L'étude des interactions didactiques doit aussi se faire à l'aune de la topogénèse c'est-à-dire des places, y compris physiques, occupées par les élèves et le professeur. Il existe en effet une gestion particulière des territoires -de l'enseignant et des élèves- qui correspondent à un espace à la fois physique, cognitif et symbolique. Ainsi, *la construction de la référence va avoir un effet sur la façon dont les élèves et l'enseignant vont évoluer chacun dans son territoire respectif tout en œuvrant dans*

cette espèce de zone intermédiaire qui est bien celle de la co-construction d'une référence. (Schubauer-Leoni, 2008) : mésogénèse et topogénèse sont ici intimement tissées.

Les systèmes de places et de territoires occupés par les élèves et le professeur modulent grandement l'engagement et les prises de responsabilités des acteurs dans le jeu didactique et donc dans l'avancée du savoir en jeu. Lorsque l'enseignant est en situation d'accompagnement des élèves ou de mimétisme (il fait alors « semblant » de ne pas savoir) ou encore de retrait, il peut laisser aux élèves un territoire plus large que lorsqu'il doit adopter une position de surplomb par rapport à la classe. Dans le premier cas, il y a une espèce de confiance de l'enseignant dans le milieu alors que dans le second les rétroactions du milieu sont annihilées par la position surplombante du professeur (Schubauer-Leoni, 2008).

Étroitement associée à la gestion des territoires et à l'évolution d'une référence commune, envisageons la gestion des temporalités à travers la chronogénèse.

1.2.2.3. La chronogénèse

Le contenu d'un jeu d'apprentissage évolue sans cesse et la chronogénèse recouvre ce qui a trait à l'avancement des savoirs au cours du temps, dans le système didactique. Le savoir est porté ensemble par maître et élèves mais ceux-ci n'ont pas un rôle équivalent dans l'avancée du temps didactique (Chevallard, 1991). Celui-ci se décline également à différentes échelles. Le professeur décide, en amont du travail de classe, d'une certaine chronologie des savoirs à travers ce qu'il nomme sa progression annuelle ou par période. Il décide de consacrer quelques séances dans une séquence portant sur tel ensemble de savoir. Il peut décider que le temps est venu de passer à telle autre notion et il clôture pour cela le temps de l'apprentissage en classe. L'élève, quant à lui, peut être en avance sur le temps didactique, en phase ou en retard ; dans un groupe classe, toutes ces configurations sont envisageables. Là encore, les grains d'analyse successifs, du méso didactique au micro didactique, permettront de suivre l'avancée des savoirs dans le système didactique. A tout moment dans la classe, au cours du jeu didactique, l'enseignant ralentit, accélère les actions, déclare des avancées, fait des relances, donne des indices de fin (Schubauer-Leoni, 2008). Le rôle des élèves est identique dans ces mouvements d'avancée ou de recul du temps didactique puisqu'ils participent activement au travail de co-construction.

Ces trois concepts qui permettent de décrire ce qui se passe dans la classe *in situ* constituent un triplet indissociable de descripteurs du jeu didactique qui agissent de concert. Ensemble est défini un partage des responsabilités entre le professeur et les élèves (topogénèse), ils participent ensemble à l'avancée du temps didactique (chronogénèse) et négocient la mise en œuvre des objets de savoir dans le milieu (mésogénèse). Ce triplet s'exprime à travers quatre éléments structuraux fondamentaux de la relation didactique : définir, réguler, dévoluer, instituer que nous allons examiner maintenant.

1.2.3. Le quadruplet de caractérisation des jeux

Quatre catégories permettent de caractériser les scènes didactiques en train de se jouer conjointement. Examinons maintenant le quadruplet définir, réguler, dévoluer et institutionnaliser.

1.2.3.1. Définir

Définir, c'est poser le cadre du jeu didactique, auquel les partenaires sont convenus de jouer, avec ses objets constitutifs. La définition de la situation par l'enseignant peut être faite en référant à une activité inscrite dans la mémoire didactique de la classe. Le jeu peut être défini par le maître, en indiquant dans l'activité présente des élèves, ce qui peut être adopté comme règle constitutive du jeu didactique (Sensevy, Mercier et Schubauer-Leoni, 2000). Lorsque le professeur définit le jeu, il fait en sorte que les élèves sachent à quelles tâches ils sont convoqués et dans quels buts ils vont les réaliser, bref, quelles sont les règles du jeu didactique. Ce travail de définition est articulé au processus de dévolution au sens de Brousseau (Schubauer-Leoni, 2008) que nous envisageons quelques lignes plus loin.

1.2.3.2. Réguler

Réguler renvoie aux interventions de l'enseignant quand les élèves sont entrés dans l'activité c'est-à-dire qu'ils établissent des relations avec la situation. Le maître régule les rapports que les élèves sont en train d'établir à la situation. Le professeur peut intervenir dans le travail d'un groupe pour préciser le statut d'une erreur, non pas en fonction d'une idée qu'il se serait forgée à partir du travail des élèves, mais plutôt en fonction de certains principes d'enseignement qui orientent son action ; il s'agit aussi d'un travail de régulation. Le professeur fait en sorte d'obtenir des élèves une stratégie gagnante au jeu didactique qui se joue. Il peut ainsi réguler en mettant en doute une bonne réponse trop rapidement fournie par un élève pour inciter les autres élèves à poursuivre leur recherche de stratégies gagnantes.

1.2.3.3. Dévoluer

C'est Brousseau, en didactique des mathématiques, qui a mis au jour cette technique professorale. Dévoluer, pour l'enseignant, consiste à faire en sorte que les élèves prennent la responsabilité de s'engager dans l'activité proposée. Même si la dévolution est quasi simultanée avec la définition et la régulation, elle ne se confond pas avec ; la dévolution constitue en fait, un processus qui accompagne, avec plus ou moins d'intensité, l'ensemble du travail didactique ; ce processus confie aux élèves pour un temps la responsabilité de leur apprentissage. La dévolution se fait à la classe, et va amener une réorganisation du travail collectif des élèves, qui acceptent alors que le professeur ne transmette pas directement les connaissances qu'ils ont à apprendre.

1.2.3.4. Institutionnaliser

Brousseau (1986) a mis en évidence ce processus d'institutionnalisation depuis longtemps. On peut concevoir l'institutionnalisation comme

« Une dimension fondamentale d'un travail de production d'institution : le professeur et les élèves s'instituent comme collectif de pensée comptable de leur production de savoir et ils s'autorisent à évaluer cette production. Ils identifient des manières de faire, que l'institution qu'ils forment reconnaît comme légitime » (Sensevy, Mercier et Schubauer-Leoni, 2000, p. 271).

Quand le professeur institutionnalise, il fait en sorte que telle connaissance soit considérée comme légitime ou vraie et attendue dans la classe. L'institutionnalisation n'est pas systématiquement reléguée en fin de séance d'enseignement/apprentissage. Tout au long du processus de l'agir conjoint, l'enseignant va « gérer l'incertitude » car les élèves confrontés à des objets de savoir nouveaux vont tenter de « dépasser les résistances que représente la tâche ou l'activité et donc, l'enseignant va devoir gérer, avec eux, ces incertitudes pour leur permettre de les transformer en connaissances

nouvelles » (Schubauer-Leoni, 2008, p. 75). Ces formes d'institutionnalisation sont autant de façons de stabiliser au moins provisoirement un certain état d'avancement du savoir de la classe.

Mener une analyse *in situ* devient un des enjeux fondamentaux de cette thèse. Cette analyse produira un ensemble de données que nous serons amenée à mettre en discussion avec d'autres données dont nous dirons qu'elles sont liées aux déterminations du jeu.

« Décrire un jeu, c'est pour nous nécessairement déplier la situation entrelacée à ce jeu, en articulant global et local, puisque les déterminations du jeu ne pourront *a priori* être considérées comme appartenant à l'un ou l'autre type (global ou local) » (Sensevy, 2008, p. 41).

La présentation des éléments descripteurs de l'action *in situ* était un travail essentiel à mener car il alimentera une partie non négligeable de nos analyses empiriques, l'analyse *in situ* des pratiques effectives. Nous entamons désormais le travail de description de la strate intermédiaire, prévue dans la théorie de l'action conjointe en didactique ; l'étape de construction du jeu.

1.3. Construire le jeu

Cette strate de la TACD correspond à un travail hors la classe de préparation et de choix des tâches à proposer aux élèves lors du travail *in situ*. Elle s'articule donc directement à la strate précédente que nous venons de décrire et comprend deux niveaux de description : l'analyse *a priori* des savoirs (tels que l'enseignant prévoit de les mettre en jeu) et la relation que l'enseignant entretient avec les savoirs. En tant que chercheur, nous procéderons à une analyse épistémique des savoirs en jeu, ce qui nous permettra de comprendre par là-même, une partie des rapports épistémiques que l'enseignant entretient avec les savoirs sélectionnés par lui, pour l'action *in situ*.

1.3.1. L'analyse épistémique des savoirs en jeu ou analyse *a priori*

Décrire le jeu *in situ* ne peut être suffisant car les grandes lignes de ce qui se passe dans l'action de la classe se décident en grande partie dans un autre lieu, dans d'autres lieux, dans le hors-classe. Comme le précise Sensevy, si « *le jeu didactique possède une grande part de contingence dans le fonctionnement in situ, (il) reçoit son architecture fondamentale hors de la classe, dans la préparation des activités* » (Sensevy et Mercier, 2007, p.35). Ainsi, comprendre les situations d'enseignement et d'étude nécessite d'aller regarder de ce côté-là, de façon suffisamment attentive, pour « *mettre au jour le système de tâches dont le professeur fait usage pour un enseignement particulier, et cela à des grains de temporalité différents* » (Sensevy et Mercier, 2007, p.35). Il faut donc aller rechercher par exemple dans les documents supports utilisés pour la classe et dans les documents de référence mis à l'étude, comment sont actualisées les tâches pour les élèves.

L'analyse épistémique des savoirs en jeu dans la classe est un passage obligé pour le chercheur ; elle permet de comprendre une partie des tâches proposées aux élèves, sur la base de quels choix faits par l'enseignant, à destination de quels élèves, pour répondre à quelles commandes. Bref, à travers cette analyse *a priori* c'est l'élucidation d'une partie des logiques épistémiques professorales qui est recherchée. L'analyse épistémique des savoirs en jeu ou analyse *a priori* est une production du chercheur qui tend à modéliser ce à quoi le professeur engage les élèves, dans quelle situation il peut les placer au cours du travail de classe, c'est-à-dire quelles sont ses

conduites à lui possibles, quelles sont les conduites possibles des élèves (Sensevy et Mercier, 2007, p.205). Cette analyse se fait en relation avec les centrations épistémiques⁹ à propos du savoir en jeu qui deviennent alors des règles de mesure sur lesquelles situer les possibles, et notamment les choix du professeur actualisés *in situ*. En aucun cas ce ne sera un étalon pour évaluer l'action professorale ou celle des élèves. Elle ne devient pas instrument de jugement ou de validation d'une quelconque façon de faire, mais matrice de comparaison pour la compréhension. L'analyse *a priori* est aussi produite en appui sur une analyse épistémologique plus large du concept de circulation sanguine (cf. p. 66).

L'analyse épistémique des savoirs en jeu constitue le premier niveau de description de la construction du jeu, dans la TACD. Le second niveau fait appel aux relations que le professeur entretient avec les savoirs qu'il enseigne.

1.3.2. Le rapport aux objets de savoir

Le rapport que le professeur entretient vis-à-vis des savoirs qu'il choisit (plus ou moins) de livrer à la classe sera, d'une certaine façon, cristallisé dans les tâches précédentes, proposées aux élèves. Il s'agit de tout un arrière-fond qui permet de comprendre les régulations *on line* du professeur lors de l'action conjointe *in situ*. Comprendre « *les rapports épistémique et épistémologique du professeur aux savoirs virtuellement contenus dans ces tâches* » nous semble un enjeu important pour contribuer à élucider des pratiques d'enseignement conjoint (Sensevy et Mercier, 2007, p. 36).

Nous ne développons pas plus ici cette notion de rapport aux objets de savoir, car c'est l'enjeu de toute la seconde partie du cadre théorique (p. 26 et suivantes). Cependant, nous pouvons préciser, en cohérence avec ce qui est écrit un peu plus haut, que tout le travail sur les centrations épistémiques prend ici toute sa signification car les choix faits par le professeur parmi les multiples possibles traitements des situations d'enseignement nous renseigneront sur son rapport aux objets de savoir, de même que son rapport aux objets de savoir peut nous éclairer sur le choix des tâches actualisées *in situ*. Au final, l'analyse *a priori* est un outil méthodologique pour le chercheur afin de saisir une partie du ROS du professeur.

Examinons enfin la dernière strate de la TACD : après le jeu qui se déroule *in situ* et la construction du jeu, voyons maintenant ce qui peut déterminer les jeux.

1.4. Les déterminations du jeu

Quand il s'agit de faire jouer le jeu et de construire le jeu, on peut dire que ces deux actions réfèrent à des intentions (faire la classe et préparer, au sens très général du terme, la classe), sans d'ailleurs pour autant dire que ces actions sont totalement transparentes à la conscience (Sensevy et Mercier, 2007). Il est question maintenant des déterminants du jeu. Dans le contexte de la TACD, les déterminants font référence à des soubassements, sans doute plus profonds, et plus imbriqués avec des théories explicatives plus générales aussi. Elles sont réunies autour de deux grandes dimensions : le caractère adressé de l'action du professeur et le soubassement épistémologique de l'action professorale. Les déterminants dans ce contexte désignent ce qui peut documenter l'action ; rechercher des déterminants, c'est rechercher les sources possibles de comportements didactiques pour les comprendre. Les

⁹ Cet aspect est développé p. 48.

déterminants peuvent donc être entendus ici comme des organisateurs, le plus souvent implicites, de la pratique des enseignants, c'est-à-dire ce qui dirige l'action.

1.4.1. L'action « adressée » du professeur

On peut dire, avec Sensevy, que l'action enseignante se fait en justification à des cultures et des institutions. Le professeur agit dans des institutions, il est donc soumis à des assujettissements multiples qui sont, sans doute, répercutés dans l'action conjointe de la classe elle-même. Suivre les programmes ou prendre un certain nombre de libertés avec, accepter ou non les injonctions de l'inspecteur etc., sont autant d'éléments qui peuvent permettre de comprendre aussi ce qui se joue *in situ* (Sensevy et Mercier, 2007, p. 37).

L'action est adressée aux élèves bien sûr, mais aussi aux parents, à l'école, aux collègues, c'est-à-dire que l'action se fait, sous couvert et soutenue par les institutions, qui imposent et préconisent démarche et contenus. On peut imaginer aussi que l'« adressage » sera différent si l'enseignant exerce dans un établissement sensible, dans une école de centre ville ou un milieu rural par exemple avec des influences différentes des associations de parents d'élèves, de l'équipe pédagogique en place, etc.

Un des derniers déterminants du jeu pris en charge par la TACD reste à examiner ; il concerne l'épistémologie du professeur ou plus précisément, d'après Sensevy, l'épistémologie « pratique » du professeur, traduite en acte mais largement implicite, que nous envisageons maintenant.

1.4.2. L'épistémologie « pratique » du professeur

L'épistémologie du professeur est, pour Sensevy, tout à la fois spontanée et implicite. En effet, dans le cadre de la TACD, l'épistémologie pratique fait référence à des théories plus ou moins implicites que le professeur développe à l'encontre des savoirs en jeu et à l'encontre de l'enseignement de ces savoirs, de l'apprentissage des savoirs et des difficultés supposées des élèves.

« Il existe des déterminants généraux de l'activité du professeur, qui sont le fruit général de la théorie de la connaissance, en grande partie implicite, que ses conduites semblent révéler, et qui semblent pouvoir mieux faire comprendre celles-ci. » (Sensevy et Mercier, 2007, p.44).

L'épistémologie pratique du professeur est donc, pour Sensevy, une théorie de la connaissance qui naît de la pratique et qui l'oriente. Cette épistémologie est *pratique* en ce sens qu'elle est produite en grande partie pour un savoir donné, par les habitudes d'action que le professeur a construites lors de son enseignement.

« L'épistémologie pratique ne constitue donc pas une sorte de « base de connaissance » appliquée. Elle fonctionne plutôt comme un tropisme d'action qui surdétermine dans une certaine mesure le pilotage de la classe. Cette surdétermination n'est pas produite par la définition a priori de formes d'actions, mais contraint la manière dont le professeur oriente les transactions dans la classe en fonction des équilibres didactiques. » (*Ibid.*)

Il semble donc, pour Sensevy, que l'épistémologie pratique du professeur, soit le résultat en acte d'enseignement d'une dialectique entre des connaissances implicites relatives à l'enseignement et l'étude des élèves, et des habitudes de mises en œuvre de ces pratiques d'enseignement. Selon Sensevy,

« On ne peut comprendre l'action professorale sans la relier systématiquement aux modalités concrètes de son expérience ... son activité cognitive, ses savoirs, ses manières d'agir, la théorie de la connaissance qu'il a pu produire se sont construites dès ses premiers pas dans le métier ... » (Sensevy *et al.*, 2008, p.110).

On retrouve certaines de ces composantes dans les travaux de Brousseau qui a été un des premiers à évoquer dans ses travaux, une « épistémologie du professeur ». Il parle aussi d' « épistémologie à usage professionnel » (Brousseau, 1998). Pour lui, l'épistémologie désigne ce à quoi le professeur fait implicitement référence quant à l'architecture de la discipline (en l'occurrence les mathématiques), il s'agit d'une sorte de modèle construit pour la pratique (Brousseau, 1986). Ces références implicites guident de loin l'action professorale ; elles sont partagées avec la « culture de l'école », ces références seraient donc communes aux élèves, aux parents, aux acteurs au sens large de l'école. Dans la poursuite des travaux de Brousseau, Sarrazy¹⁰ pose que l'épistémologie du professeur est une construction du chercheur pour tenter d'expliquer ce que fait le professeur dans la classe. Pour lui, comme pour Brousseau, c'est une réponse –de chercheur- à la gestion de l'indicible du paradoxe lié au contrat didactique. Elle se réfère aux deux sens de l'épistémologie : la connaissance scientifique (ou épistémologie disciplinaire, au sens français du terme) et l'ensemble des théories implicites relatives à la connaissance (au sens plus anglo-saxon du terme).

Pour d'autres auteurs, le terme d'épistémologie du professeur est utilisé pour évoquer *les représentations erronées que tend à induire la pratique d'enseignant* (Artigue, 1990). Perrin-Glorian (1994) définit l'épistémologie du professeur comme *une idéologie épistémologique des savoirs enseignés* et souligne les relations entre cette notion et les modes de gestion du contrat didactique dans les classes. Pour Amade-Escot, l'épistémologie professionnelle ou *théorie de la connaissance enseignée en jeu dans la pratique* constitue un arrière plan épais à la base de l'ingéniosité pratique des enseignants mais demeure mal connue (Amade-Escot, 2001). Elle précise :

« L'épistémologie professionnelle, comme théorie personnelle à propos des contenus à enseigner, faite de conceptions, de croyances, d'habitudes etc... Ce que Chevallard (1989) appelle le rapport personnel au savoir à enseigner. C'est donc à l'étude des dépendances entre la manière dont émergent, évoluent et sont travaillés les contenus en contexte et la théorie sous-jacente qui préside aux ajustements, aux régulations du professeur, que s'attache le didacticien lorsqu'il s'intéresse à l'enseignant. Parce qu'il postule que cette étude est susceptible d'apporter des informations permettant de mieux accéder à l'intelligibilité des pratiques » (Amade-Escot, 2001, p. 39).

On retiendra de ces quelques lignes la grande difficulté à fournir une définition homogène de l'épistémologie, sans doute par ce que le terme lui-même tente de désigner une aura aux contours flous, cette espèce d'indicible qui « fait » la pratique de l'enseignant. Nous n'aurons donc pas la prétention d'apporter une réponse nouvelle à cette épineuse question et nous nous limiterons à repérer, à partir des analyses *in situ*, ce possible déterminant des pratiques et à comprendre certains aspects de l'épistémologie « pratique » des professeurs ; ce repérage et cette compréhension deviennent un des enjeux de la thèse.

Pour conclure cette revue concernant la TACD, revenons sur un des éléments de celle-ci que nous souhaitons examiner de plus près, pour situer notre propre travail de recherche. Il s'agit du rapport aux objets de savoir que la TACD prévoit quant au professeur. Examinons si des cadres théoriques interrogent différemment les rapports que le professeur entretient avec les savoirs, examinons aussi si des théorisations prennent comme objet d'étude le rapport que les élèves entretiennent vis-à-vis des savoirs. C'est l'enjeu de la partie suivante du cadre théorique.

¹⁰ Nous résumons ici sa position tenue lors d'une conférence de séminaire qui a eu lieu à Toulouse le 17/12/2008.

2. Le rapport au savoir ; une question multiréférentielle

Pour reprendre les propos de Maury et Caillot dans leur ouvrage « Rapport au savoir et didactiques », la notion de rapport au savoir peut être éclairante en didactique car elle se trouve au cœur même du processus d'enseignement et d'apprentissage, et cela quel que soit le point de vue que l'on adopte (Maury et Caillot, 2003, p.11). En effet, la problématique large du rapport au savoir peut être examinée dans différents cadres théoriques où sujet et savoir ne tiennent pas exactement la même position.

Dans cette section, nous présentons la notion de rapport au savoir qui a fait l'objet de trois théorisations référant à trois champs d'étude, celui de la psychanalyse avec l'approche clinique proposée par l'équipe de Beillerot, celui de la microsociologie avec l'approche socio-anthropologique et les travaux pilotés par Charlot et celui de la didactique à travers l'approche anthropologique et les travaux de Chevallard.

2.1. L'approche clinique d'inspiration psychanalytique

C'est l'équipe de J. Beillerot, avec le groupe CREF¹¹ de l'université de Paris X Nanterre¹² (Beillerot, Blanchard-Laville, Mosconi), qui développe dès 1989 l'aspect psychanalytique d'inspiration lacanienne du rapport au savoir. Dans cette approche, c'est la dimension psychique inconsciente qui est prise en compte dans la constitution du rapport au savoir d'un sujet ; cette dimension psychique ou intime (qui est première dans la constitution du rapport au savoir) se double d'une composante sociale.

Dans l'approche clinique d'inspiration psychanalytique, le rapport au savoir est défini comme *un processus par lequel un sujet, à partir de savoirs acquis, produit de nouveaux savoirs singuliers lui permettant de penser, de transformer et de sentir le monde naturel et social* (Beillerot, 1994). L'individu naît dans un monde de savoirs constitués ; il va y construire sa propre personnalité et sa propre manière de se rapporter aux savoirs existants (Mosconi, 1996). Le rapport au savoir est à la fois produit et processus. Étant processus, il n'est jamais figé, il évolue tout au long de la vie. Dans cette optique, il s'agit de comprendre comment l'individu va pouvoir, tout en forgeant sa personnalité, constituer sa manière propre de se rapporter aux savoirs existants pour produire, en fonction de ceux-ci, sa propre façon de comprendre le monde et d'agir sur lui. C'est un processus créateur *qui fait de tout sujet un auteur de savoir* (Mosconi, 2008)¹³.

C'est à partir de ce que le sujet sait ou non qu'il se situe par rapport aux savoirs et au fait même de savoir ou de ne pas savoir. Le rapport au savoir, selon Beillerot, est toujours singulier, il se construit en fonction de l'histoire de chaque sujet et s'insère dans une dynamique familiale, sociale et historique. Nous trouvons là un aspect que nous serons amenée à rencontrer dans la théorisation socio anthropologique et qui ainsi constitue un point de convergence entre ces deux théorisations.

Le savoir est ici considéré comme un objet, au sens psychanalytique du terme, c'est-à-dire un support de l'investissement affectif et pulsionnel, soumis en tant que tel à des projections et des fantasmes. « *J'ai montré que les phénomènes*

¹¹ Centre de Recherche Education et Formation.

¹² Actuellement appelée Paris-Ouest-Nanterre-La Défense.

¹³ Source: conférence donnée par Nicole Mosconi en septembre 2008 (Mosconi, 2008), en ligne sur le site consulté le 23/10/2010 à l'adresse <http://www.dijon.iufm.fr/IMG/pdf/colloque.pdf>

transférentiels et contre-transférentiels au sens de la psychanalyse se déployaient aussi dans les espaces d'enseignement » (Blanchard-Laville, 2003, p.147). Cette auteure parle d'« *empreinte didactique* » qui est la signature particulière propre à chaque enseignant dans sa classe et qui est basée sur « *la double dimension du lien didactique en situation d'enseignement, à la fois lien relationnel avec les enseignés et lien au savoir à enseigner, issu de toute l'histoire du rapport au savoir de l'enseignant* » (*ibid.*, p.152). Le climat transférentiel serait instauré par l'enseignant et les effets contre-transférentiels seraient à rechercher du côté des élèves.

Apprendre est une interactivité entre le sujet apprenant et les savoirs scolaires, comme réalités extérieures à lui, imposées par l'institution scolaire, représentante de la société. Selon Mosconi (2008),

« Quand il apprend, le sujet rencontre quelque chose d'inconnu, de non-maîtrisable et cette rencontre peut susciter de l'angoisse. Si celle-ci est trop forte, le sujet préférera esquiver la relation et renoncer à apprendre. Si celle-ci n'est pas trop forte, il pourra assumer, sinon pleinement, du moins partiellement, ce rapport avec l'inconnu et engager la rencontre avec le savoir à apprendre. La manière dont se sont déroulés les phénomènes transitionnels de la toute petite enfance est déterminante dans cette capacité à affronter l'inconnu avec suffisamment de confiance. »

Sur le plan méthodologique, ce type d'approche exige « une analyse fine de la classe » qui est clinique au sens du « *ressenti psychique à l'écoute du discours tenu par le professeur et au cours du visionnage des images, nous¹⁴ attachant à repérer ce que nous fait ce discours, au-delà du sens des mots prononcés* » (Blanchard-Laville, 2003, p.157). Le groupe-classe est lui-même analysé comme un appareil psychique propre qui ne se réduit pas à la somme des appareils psychiques individuels (Blanchard-Laville, 2003).

Pour conclure au sujet de cette approche, selon Beillerot (1996), toute étude qui prendra le rapport au savoir comme notion centrale ne pourra pas s'affranchir du soubassement psychanalytique et *il n'y a de sens que du désir*. Le désir du sujet est aussi pris en compte par Charlot dans sa théorie que nous allons envisager dans le développement suivant.

2.2. L'approche socio-anthropologique

L'approche que nous développerons ici est une approche micro sociologique rebaptisée par Maury et Caillot (2003) approche « socio-anthropologique » dont l'ancrage principal est celui d'un sujet essentiellement « humain, social et singulier ». C'est l'équipe ESCOL¹⁵ de l'université Paris VIII autour de Charlot, Bautier et Rochex qui a développé ces travaux. Nous avons déjà compris qu'il y a des points de convergence entre cette approche théorique et la précédente : les sujets ont une histoire personnelle inscrite dans un cadre familial et social.

Selon Bautier et Rochex (1998, p. 34) ou Charlot, Bautier et Rochex (1992, p. 29),

« Le rapport au savoir peut-être défini comme un rapport à des processus (l'acte d'apprendre), à des situations d'apprentissages et à des produits (les savoirs comme compétences acquises et

¹⁴ L'équipe de chercheurs.

¹⁵ L'équipe ESCOL (Éducation Scolarisation) du département des Sciences de l'Éducation de Paris 8 a été fondée en 1987 par Charlot. Elle est aujourd'hui sous la responsabilité d'Élisabeth Bautier et Jean-Yves Rochex et fait partie de l'équipe d'accueil ESSI (Éducation Socialisation Subjectivation Institution).

comme objets institutionnels, culturels et sociaux). Il est relation de sens et de valeur : l'individu valorise ou dévalorise les savoirs en fonction du sens qu'il leur confère ».

Analyser le rapport au savoir, « *c'est étudier le sujet confronté à l'obligation d'apprendre* » (Charlot, 1997, p. 91) en analysant ses propos, sa conduite, sa situation, son histoire. En effet, le sujet dont parle Charlot (*id.* p. 24) est à la fois

- un être humain doté de désirs, en relation avec les autres ;
- un être social qui évolue dans un espace social particulier ;
- un être singulier qui interprète et donne un sens personnel à son histoire, à sa position par rapport aux autres et au monde qui l'entoure.

Aussi, le rapport au savoir, qui est relation de *sens* et de *valeur* au savoir, comporte-t-il plusieurs dimensions, épistémique, identitaire, sociale (*id.* p. 84-88).

2.2.1. Dimensions du rapport au savoir ou « rapport à l'apprendre »

Le rapport au savoir, ou rapport à « l'apprendre » selon le néologisme formé par Charlot, a une **dimension épistémique** définie en référence à la nature de l'activité que le sujet met sous les termes apprendre et savoir.

Ainsi, par exemple, apprendre cela peut être s'approprier un objet de savoir qui existe en tant que tel. Ce savoir est décontextualisé, pensable en lui-même et sans référence à des situations que l'on a vécues (Charlot, 1997, p. 29). Lorsque le sujet, qui est alors un « *Je réflexif* », est conscient de s'être approprié un tel savoir qu'il a objectivé et qu'il peut désigner, le processus épistémique en jeu est un processus « *d'objectivation / dénomination* » (Charlot, 1997, p. 80). Dans ce cas, le savoir est un objet culturel indépendant des personnes et on peut le trouver à l'école et dans d'autres lieux aussi.

Mais apprendre, ce peut-être aussi maîtriser une activité en situation, sans qu'il n'y ait de dissociation entre d'une part un objet ou un système de savoir et d'autre part un sujet épistémique (Charlot, 1997, p. 29). Dans ce cas, le sujet n'est plus un « *Je réflexif* », c'est un « *Je pris dans l'action* », l'individu est centré sur la réalisation de la tâche dont il ne repère par les enjeux de savoir et il s'agit alors d'un processus « *d'imbrication du Je dans la situation* » (Charlot, 1997, p. 80). Ceci est sans doute à rapprocher de ce que Bautier appelle une difficulté à « *secondariser* »¹⁶ (Bautier, 2006) en référence aux travaux de Bakhtine. Ainsi, dans cette figure de *l'apprendre*, on (l'élève ou pourquoi pas, l'enseignant aussi dans certains cas) peut être focalisé sur la tâche à accomplir et pas sur sa visée, c'est-à-dire l'objet central de l'apprentissage cognitif. Pour accéder à une « *attitude de secondarisation* » il faut au préalable arriver à *constituer le monde des objets scolaires comme un monde d'objets à interroger* sur lesquels on peut exercer alors une activité de pensée et un travail spécifique (Bautier, Goigoux, 2004).

Enfin, apprendre peut se comprendre comme le développement de compétences relationnelles, maîtriser ses réactions. Dans ce cas, un travail réflexif d'ajustement de la conduite à la situation suppose une distanciation vis-à-vis de cette situation, des autres et de soi-même et amène à une certaine régulation pouvant aller

¹⁶ Pour des compléments sur le processus de secondarisation, voir BAUTIER E., GOIGOUX R. (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle. *Revue française de pédagogie*, n°148, p.89-100.

jusqu'à l'énoncé de règles. On parle alors d'un rapport au savoir par distanciation / régulation. Les apprentissages sont plus ici relationnels et affectifs.

Le rapport au savoir a aussi une **dimension identitaire** qui correspond « à la façon dont le savoir prend sens par rapport à des modèles, à des attentes, à des repères identificatoires, à la vie que l'on veut mener, au métier que l'on veut faire » (Bautier et Rochex, 1998, p. 34). Certains savoirs pourront être alors valorisés selon qu'ils peuvent servir ou non un projet de vie ou un projet professionnel imaginé pour le futur.

Enfin, ces deux dimensions sont modulées par une **dimension sociale**. Le sujet dont on étudie le rapport au savoir existe en effet dans une société et un environnement social et familial qui donnent une forme particulière aux dimensions épistémiques et identitaires. Les caractéristiques familiales, les événements de la vie personnelle ou les accidents biographiques (chômage, décès, déménagement, maladie...) peuvent expliquer en partie l'instauration, l'évolution, la modification durable d'un rapport au savoir. Le rapport à *l'apprendre* s'inscrit ainsi sur un fond de contraintes sociales et familiales extérieures à l'école et lui donne ainsi une certaine coloration ; les logiques socialisatrices des élèves peuvent ne pas être les mêmes que les logiques scolaires. La réalité scolaire ne se joue pas seulement sur le terrain scolaire, les élèves arrivent avec leurs histoires, familiale et scolaire, qui s'articulent avec la question scolaire. On peut, nous le croyons, regarder aussi les situations didactiques et les jeux se jouer dans la classe, avec ce regard-là, afin de croiser avec profit des regards didactiques et sociologiques.

2.2.2. Rapport aux savoirs

Si tout individu « *entretient un certain type de rapport (dominant) avec le savoir (c'est-à-dire avec la question même de savoir) ... il peut avoir des rapports différents avec différents types de savoir* » (Charlot, 1997, p. 86). « *Ce sont les rapports aux savoirs (ou aux « apprendre ») qui sont alors au centre de la recherche, les rapports à des savoirs envisagés dans leurs spécificités épistémologiques, cognitives, didactiques* » (Charlot, 2003, p. 45). On comprend que cette perspective puisse répondre aux attentes des didacticiens dont les préoccupations sont centrées sur la transmission de savoirs disciplinaires.

En termes de méthodologie, s'approcher du rapport aux savoirs de l'élève selon Charlot peut se faire avec une méthodologie éprouvée, celle des entretiens et des bilans de savoir (Charlot, Bautier et Rochex, 1992). Cette méthodologie a été transposée à de nombreux savoirs disciplinaires. Nous indiquons ci-après quelques résultats relatifs au rapport aux savoirs d'élèves et d'enseignants dans le champ de la didactique des sciences et des SVT plus particulièrement.

2.2.3. Des résultats en didactique des SVT

Les études menées en didactique des sciences ont déjà fait l'objet d'un recensement et d'une analyse (Venturini (2006), p.168-199, Venturini et Cappiello (2009)). Nous reprendrons de ces travaux ce qui concerne les recherches en didactique des sciences de la vie et de la Terre. Ces travaux montrent que les savoirs disciplinaires ne sont pas considérés de la même manière par tous les élèves et que la manière dont ils les considèrent peut être mise en relation avec l'apprentissage qui en est fait. Par exemple, les savoirs appris à propos de la théorie de l'évolution en classe de terminale, ou le refus de les apprendre, sont liés aux rapports entretenus par les

élèves avec ces savoirs de la biologie (Chabchoub, 2000; Bahloul, 2000; Hrairi et Coquidé, 2002). Ces études montrent des interférences entre les domaines culturels et scientifiques ; la mobilisation de registres religieux, scientifique ou composite va entraîner des attitudes de rejet, d'adhésion ou de déchirement vis-à-vis de la théorie de l'évolution. D'autres études montrent les relations entre apprentissage et rapport aux savoirs : l'évolution conceptuelle à propos du volcanisme (Chartrain et Caillot 1999), de la production végétale par photosynthèse ou de la relation structure-fonction du stomate (Catel, Coquidé et Gallezot, 2002) n'est pas la même selon la nature du rapport aux savoirs des élèves concernés ; l'évolution conceptuelle est plus importante chez les élèves qui donnent le plus de sens aux apprentissages scolaires même s'il s'agit d'un rapport utilitariste à l'école.

Pour l'enseignant, les travaux relatifs au rapport à des savoirs particuliers sont plus rares (rapport aux savoirs de la physique pour Venturini, Calmettes, Amade-Escot et Terrisse, 2004, 2007) où les rapports qui sont examinés sont les rapports que les enseignants ont eus avec ces savoirs quand ils étaient en situation de les apprendre et l'influence qu'ils peuvent avoir en étant actuellement enseignant (les rapports aux mathématiques pour Magendie, 2004). Enfin, citons nos propres travaux (Pताल, 2007 ; Pताल, Venturini et Dugal, 2008) qui se sont intéressés aux rapports « à l'apprendre » à la fois de l'enseignant et des élèves en situation d'enseigner et d'apprendre.

Au final, le rapport aux savoirs de Charlot est un rapport plus spécifiquement à « l'apprendre », il peut donc tout particulièrement s'appliquer aux élèves, même si, nous l'avons vu, la théorisation a été utilisée pour le rapport aux savoirs des enseignants ; il est une relation de sens et de valeur et comporte trois dimensions, identitaire, épistémique et sociale. Des figures de *l'apprendre* sont précisées par Charlot, une méthodologie de recueil du rapport aux savoirs existe, elle peut s'appliquer dans la classe elle-même et a pu être mise en place dans le cadre de l'action conjointe, qui nous préoccupe, lors de nos récents travaux. Dans la suite du texte, l'expression « rapport à l'apprendre » et l'acronyme RAP désigneront cette approche du rapport au savoir comme étant celle prêtée à Charlot, soit le sens et la valeur prêtés par les élèves aux savoirs.

Examinons la troisième théorisation relative au rapport au savoir, celle-là même qui a été développée dans le cadre de la didactique par Chevallard.

2.3. L'approche anthropologique

Chevallard développe dans les années quatre-vingt dix la théorie anthropologique du didactique (TAD) dans laquelle les savoirs ont une position centrale : « *la question du savoir et des savoirs, de leur production et de leur gestion sociales est centrale en toute société humaine* » (Chevallard, 1991). Rappelons, pour mémoire, que Chevallard avait auparavant développé la notion majeure de transposition didactique (Chevallard, 1985, à la suite de Verret, 1975) et la notion de rapport aux objets de savoir (Chevallard, 1991) avant de développer sa théorie anthropologique du didactique.

Un savoir pour Chevallard est toujours attaché à une institution¹⁷ dans laquelle évoluent des individus. C'est en prenant appui sur l'enseignement et l'apprentissage

¹⁷ Institution au sens de Mary Douglas, en référence à son ouvrage « How institutions think » (1987), traduit en français en 1999 : « Comment pensent les institutions », Paris, La Découverte/Mauss. Cette anthropologue montre,

des mathématiques qu'il modélise ces activités humaines. Dans sa théorie, il explique notamment comment un individu, dans une institution (par exemple l'école), apprend ou enseigne et construit ainsi un certain rapport aux objets de savoir. Il est nécessaire, dans un premier temps, de définir quelques notions fondamentales (objet, personne, institution...) qui permettent de comprendre cette approche conceptuelle.

La notion d'objet est une notion fondamentale : est objet toute entité matérielle ou immatérielle qui existe au moins pour un individu (Chevallard, 2003, p. 81). Peut être objet un contenu de programme de sciences expérimentales et technologie de l'école élémentaire, par exemple. Le système de toutes les interactions entretenues par un individu avec un objet constitue son rapport personnel à l'objet. Le rapport personnel à l'objet précise la manière dont l'individu connaît l'objet, c'est-à-dire ce qu'il peut en dire en terme de savoir, de savoir faire, de conceptions, de maîtrise ou encore de compétences (Chevallard, 1991). L'individu associé à l'ensemble de ses rapports personnels constitue une personne. « *Bien entendu, au cours du temps, le système des rapports personnels évolue* » (Chevallard, 2003), des objets qui existaient n'existent plus, de nouveaux apparaissent : le rapport personnel à un objet change, la personne évolue.

Une institution est pour Chevallard (2003, p. 82)

« Un dispositif social total ... qui permet et impose à ces sujets, c'est-à-dire aux personnes qui viennent occuper les différentes positions offertes dans l'institution, la mise en jeu des manières de faire et de penser propres. »

En ce sens, la classe est une institution mais aussi la famille, la vie quotidienne, l'école... Lorsqu'un individu entre dans une institution, il devient un des sujets de l'institution et il y occupe une position. Dans une institution on peut définir le rapport institutionnel à un objet, pour une certaine position ; le rapport institutionnel à un objet « *énonce en gros ce qui se fait dans l'institution avec cet objet* ». Lorsqu'un individu devient sujet d'une institution dans une position donnée, un objet appartenant à cette institution « *va se mettre à vivre pour l'individu sous la contrainte du rapport institutionnel* ». Le rapport personnel à l'objet va évoluer sous la contrainte du rapport institutionnel ; on peut dire alors qu'il y a apprentissage.

L'assujettissement d'un individu à une institution remodèle donc son rapport personnel aux objets de l'institution. Si l'individu est un « bon » sujet de l'institution, son rapport personnel à l'objet sera conforme au rapport institutionnel ; dans le cas contraire, ce sera un « mauvais » sujet de l'institution. Un même objet pouvant exister dans plusieurs institutions, l'individu devra tour à tour mettre en conformité son rapport personnel à un objet avec les rapports institutionnels correspondants. Bref, « *la personne est un émergent de ses assujettissements passés et présents, auxquels on ne saurait jamais la réduire* » (Chevallard, 2003). Enfin, l'institution ne peut exister sans les sujets : les personnes fondent les institutions et les font fonctionner. Elles font donc évoluer l'institution même : il y a institutionnalisation des rapports institutionnels.

Chevallard insiste sur la « *relativité institutionnelle de la connaissance* ». Il indique par exemple qu'il existe un très grand nombre de façons différentes de connaître un objet, il existe même une diversité quasiment illimitée de façons de

à la suite de Durkheim, que la pensée individuelle dans nos sociétés contemporaines est modelée par les institutions. Pour Chevallard, institution, savoir et personnes constituent le tryptique de la TAD.

connaître un objet et que par conséquent il n'y a jamais de bon rapport universel reconnu en toute situation (Chevallard, 2003).

Dans cette approche, les savoirs ont une place prépondérante, ce sont les savoirs en jeu dans l'institution ; l'individu est y considéré comme « *soumis à ou soutenu par* » une institution (Chevallard, 2003). Lorsque Chevallard développe la transposition didactique, les savoirs avaient un peu évacué l'élève du processus d'enseignement et d'apprentissage alors que le développement de la théorie autour des rapports personnels au savoir réintroduit le sujet -d'une institution- dans cette approche. Enfin, l'individu est toujours considéré comme épistémique (on cherche la *manière* dont il connaît un savoir) dans l'institution considérée ; il va tendre à développer un rapport personnel, en conformité au rapport institutionnel, au savoir pour qu'il y ait apprentissage ou il s'y refusera d'ailleurs, et on peut citer à ce sujet l'anecdote rapportée par Chevallard lui-même dans son texte de 2003 à propos d'une enquête menée par Berthier en 1996¹⁸. Un élève britannique qualifiait de « *puffy things* » les apprentissages de l'école ; il y a dans ce cas peu de chance pour qu'il mette en conformité son rapport personnel avec le rapport institutionnel. Un assujettissement extérieur à l'école sera plus vital pour lui que l'école elle-même.

Enfin, le rapport au savoir peut se décliner en composante publique et en composante privée ; une manière de connaître un savoir pourra être rendue publique dans une institution alors qu'une autre façon de connaître pourra être gardée secrète dans cette même institution car il ne serait pas de bon ton de l'y exprimer publiquement.

On l'aura compris, l'institution, au sens de M. Douglas¹⁹, est une dimension fondamentale dans la TAD de Chevallard et partant, dans la TACD de Sensevy *et al.*, qui prend en héritage une partie de la TAD. Cette notion d'institution est à discuter en regard d'un collectif de pensée, au sens de Fleck²⁰(2008²¹), collectif qui impose un style de pensée, « *puisque précisément la première fonction d'une institution didactique consiste à produire des savoirs comme style de pensée* » (Sensevy et Mercier, 2007, p. 193). Ces collectifs de pensée et styles de pensée caractérisent les institutions (dans le sens de groupe social légitimé). La classe peut être apparentée à ces collectifs de pensée organisés de façon plus ou moins stable. Ces collectifs sont alors des machines à produire des catégories cognitives, affectives, perceptives, légitimes. En ce sens, les institutions fabriquent les pensées et les collectifs de pensée imposent une perception dirigée (Sensevy, 2011, p. 63).

Les travaux, intégrant cette modélisation du rapport au savoir dans le cadre des enseignements scientifiques, ont été recensés par Venturini (2006, 2007b). Sur la base de cet inventaire, on ne note pas une méthodologie homogène : il n'existe pas d'outils formels pour récupérer le rapport au savoir des individus si ce n'est un travail sur la transposition didactique pour repérer les rapports institutionnels. Pour le rapport personnel, la méthodologie cherchera à accéder à la composante publique du rapport personnel au savoir, et à sa composante privée.

¹⁸ Chevallard (2003) cite comme source Berthier, P. (1996), *L'Ethnographie de l'École. Éloge critique*, Paris, Économica.

¹⁹ Douglas M. (2004). *Comment pensent les institutions*. Paris : la découverte.

²⁰ Sensevy fait utilement remarquer que les travaux de l'anthropologue Mary Douglas ont inspiré largement ceux de Fleck.

²¹ 2008 pour la dernière édition chez Flammarion, 1935 pour la première publication en allemand.

Au terme de cet aperçu, on retiendra que le rapport épistémique est un rapport personnel à un objet de savoir qui traduit ce que l'on fait avec l'objet de savoir et qu'il évolue dans l'action pour tenter de se conformer au rapport institutionnel. Pour plus de facilité, dans la suite du texte, *la composante publique dans l'institution classe du rapport épistémique du professeur ou des élèves aux objets de savoir en jeu dans les jeux didactiques* sera rassemblée dans l'expression « rapport aux objets de savoir » du professeur ou des élèves et/ou dans l'acronyme ROS du professeur ou ROS des élèves.

Arrivée au terme de la présentation théorique d'une part de la TACD et d'autre part du rapport au(x) savoir(s), nous proposons maintenant de discuter les liens possibles entre ces deux éléments théoriques dont nous supposons la fécondité et nous discuterons notamment la place du rapport aux savoirs dans la TACD. Cette discussion se prolongera par une proposition pour nos travaux de recherches.

3. Mise en tension TACD et rapport aux savoirs

Afin de mener la discussion, nous souhaitons revenir, dans un mouvement dialectique, sur les deux cadres théoriques précédents. Il s'agit ici de procéder à une analyse croisée de la TACD, dans ses développements de 2007, avec les trois théorisations du rapport aux savoirs. Pour cela, nous mènerons une discussion qui porte d'une part sur la place des élèves et du professeur dans la TACD, et d'autre part sur la place du rapport aux savoirs dans la TACD. Au final, cette discussion est préparatoire à la construction de notre problématique.

3.1. Analyse croisée de la TACD et du rapport aux savoirs

3.1.1. Des ancrages théoriques différents et convergents pour la TACD

La TACD, on l'aura compris, s'origine dans la didactique des mathématiques. Elle prend sa source dans des travaux broussaldiens avec les notions de contrat didactique et de milieu, puis dans les écrits chevallardiens avec le triplet des genèses par exemple, en passant par les productions de Sensevy *et al* décrivant le quadruplet des actions professorales. On pourrait dire que les travaux broussaldiens ont pris ancrage dans des difficultés avérées qu'ont les élèves face à des tâches mathématiques, c'est alors, pourrait-on dire, l'élève qui est au centre des préoccupations dans la mouvance des travaux en didactique de cette époque, celle des années 70 ; les travaux de Chevallard, dans sa première période en tout cas, s'intéressent plus spécialement au savoir avec les recherches sur la transposition didactique puis la théorie anthropologique du didactique (TAD) ; enfin l'intérêt est déplacé vers le professeur lorsque Sensevy tente de décrire les actions professorales en produisant un premier ensemble théorique, sous la dénomination de « modèle de l'action du professeur » à partir d'un exemple emblématique, celui de « la course à vingt » (Sensevy, Mercier et Schubauer-Leoni, 2000, p. 263-304) ; ce modèle tente de faire une synthèse des actions professorales dans l'article princeps de 2002. Les écrits de Sensevy de 2007 tentent de mettre en lien les différents ingrédients en situant les actions d'enseigner et d'apprendre comme une action conjointe entre le professeur et les élèves.

La TACD a été développée initialement à partir de l'analyse d'un processus d'ingénierie didactique prévoyant des situations didactiques robustes en mathématiques. Ce n'est pas le cas ici ; notre travail porte sur les situations ordinaires,

ou en tout cas, les plus ordinaires possibles sous les conditions de l'observation menée par le chercheur que nous sommes. Les situations construites par l'enseignant ne sont pas forcément denses en savoirs. Un des enjeux de la thèse est bien de faire ressortir, c'est-à-dire de reconstruire, les jeux modélisant l'action conjointe.

Le « modèle de l'action du professeur » proposé initialement en didactique des mathématiques était donc largement axé au départ sur l'action professorale et autour de savoirs denses ou robustes conçus en termes d'ingénierie. L'évolution, depuis le modèle de l'action du professeur vers une théorie de l'action conjointe en didactique, amène à reconsidérer à parts égales les acteurs du jeu didactique ; c'est maintenant notre propos ; nous menons la réflexion désormais sur la place de chacun des acteurs dans la théorie.

3.1.2. Les places respectives du maître et des élèves dans la TACD

Nous pouvons résumer de la sorte, la théorie dans ses développements de 2007 :

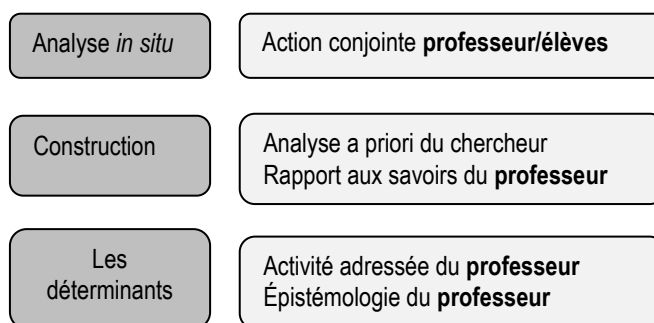


Figure 1. Place des élèves et du professeur dans la TACD, 2007.

3.1.2.1. L'analyse *in situ*

La première strate de la théorie (l'analyse *in situ*) permet une description précise du jeu didactique, avec l'aide du système de descripteurs, et aussi une première compréhension du jeu qui « font jouer ensemble » l'enseignant et les élèves. Cette première lecture de l'action conjointe concerne à part égales, les élèves et le professeur. Une part importante du travail de cette thèse est de procéder à une analyse *in situ* outillée de certains descripteurs (comme le triplet des genèses) afin de saisir comment les acteurs s'emparent (ou non) des savoirs, les négocient depuis leurs positions respectives, assurent leur progression, leur ralentissement, etc. Dans cette première strate de la théorie, les élèves et le professeur jouent à part égales (même s'ils sont dans des positions non équivalentes) le jeu que les descripteurs sont chargés de mettre au jour. De l'analyse précise du jeu décrit *in situ*, il semble donc possible d'inférer une partie du ROS²² des élèves, une partie de leur manière de connaître les savoirs en jeu. Ensuite, pour comprendre plus finement le jeu *in situ*, il est nécessaire de faire appel aux étages suivants de construction et de détermination du jeu.

3.1.2.2. La construction du jeu

La strate suivante de construction du jeu s'intéresse préférentiellement à l'enseignant car c'est lui qui dans cette strate mène le jeu, il fait la préparation de son cours, il anticipe autant que faire se peut le jeu qui se jouera. On pourrait dire que dans

²² Nous rappelons que ROS doit être lu : composante publique du rapport aux objets de savoir dans l'institution considérée.

la phase de construction du jeu, l'élève semble absent ; il semble seulement, car on peut imaginer que les tâches conçues par le professeur le sont aussi, en fait, en référence aux élèves que le professeur connaît (plus ou moins) - enseigner, c'est une activité *adressée* à des élèves aussi- et que, donc, dans la construction même du jeu, les élèves absents impriment déjà une orientation dans la sélection des tâches qui leur sont destinées. Il suffit que le professeur souhaite mettre en place des activités différenciées, et il va le faire sur la base de travaux antérieurs, qui le plus souvent lui permettent de catégoriser les élèves en bons élèves, moyens ou en difficulté ; on pourrait dire que le professeur prépare le jeu en direction des élèves sur la base des idées qu'il se forge quant au rapport aux objets de savoir de ses élèves. Les tâches sont donc dès la préparation du jeu imprégnées de l'idée que l'enseignant se fait des élèves et de leurs éventuelles difficultés dans l'apprentissage.

Dans cet étage de construction du jeu, la théorie prévoit d'avoir accès au rapport aux objets de savoir du professeur, soit un rapport épistémique au savoir, en établissant une comparaison entre les tâches, préparées par l'enseignant et proposées aux élèves, et la matrice de comparaison qui résulte de l'analyse *a priori*, fournie par le chercheur. L'analyse *a priori* devient pour le chercheur un élément méthodologique sur lequel s'appuyer pour avoir une première compréhension du rapport aux objets de savoir du professeur.

Le rapport aux objets de savoir (ROS) du professeur est donc, de fait, un élément pris en charge par la théorie pour élucider une partie de l'action conjointe.

3.1.2.3. Les déterminants du jeu

Si les élèves sont en filigrane dans la construction du jeu, en revanche, dans la strate des déterminations du jeu, on doit pouvoir redonner une place plus grande aux déterminants du jeu que les élèves, eux aussi, importent dans la classe, car la théorie envisage essentiellement le professeur avec son activité adressée, son épistémologie pratique mais pas les élèves. Or, Sensevy (2007, p. 33) précise que le travail du professeur et des élèves ainsi que leurs comportements en classe sont largement déterminés par des éléments extérieurs à la classe : « *le professeur organise l'enseignement dans sa classe en fonction d'un certain nombre d'idées qu'il entretient à propos du savoir lui-même et de l'enseignement. Lui comme les élèves agissent en tant que participants à de multiples systèmes sociaux, collectifs* » dont certaines dispositions peuvent être activées en relation avec le savoir en jeu. Il semble donc que les déterminants du jeu du seul « côté enseignant » ne soient pas suffisants à expliquer ce qui se joue *in situ*. Dans les développements précédents, nous venons de voir que des travaux (Venturini, 2006, Pautal *et al*, 2008, Pautal, 2007) ont permis de rattacher une partie de ce que l'élève fait en classe vis-à-vis des tâches qui lui sont proposées, à son rapport aux savoirs. Et donc, si on cherche un déterminant de l'action *in situ* côté élèves, le rapport aux savoirs est un bon candidat, d'autant que par symétrie on peut avancer l'idée que tout comme l'enseignant, l'élève peut activer ou non certaines dispositions à l'égard des savoirs en fonction des groupes sociaux qu'il a fréquentés dans son histoire personnelle et familiale. Aussi, il nous semble nécessaire de réintroduire à ce niveau les élèves, qui arrivent avec des relations particulières aux savoirs en jeu, et qui indubitablement auront une action sur l'agir conjoint dans la classe. Les institutions et les groupes sociaux dans lesquels évoluent les élèves sont différents, imposent des actions différentes qui sont elles aussi importées dans la classe et dans l'agir conjoint. Les relations entretenues par l'enseignant *et* les élèves vis-à-vis des savoirs nous importent pour mieux comprendre certains versants des

processus d'enseignement et des processus d'étude. Ainsi, selon nous, le rapport aux savoirs des élèves influencerait le jeu *in situ*.

3.2. Place du rapport aux savoirs dans la TACD

En lien avec ce que nous venons d'évoquer relativement aux trois théorisations du rapport aux savoirs, nous allons discuter de ces éléments et rechercher ce qui paraît le plus pertinent à mettre en lien avec la TACD.

3.2.1. L'approche clinique d'inspiration psychanalytique

Cette approche développée par l'équipe de Paris X, nous l'avons dit, est résolument centrée sur le sujet, mais aussi sur l'espace psychique de la classe. Selon Blanchard-Laville (2003), le

« Sujet qui occupe la place de l'enseignant dans l'espace didactique a une grande part de responsabilité vis-à-vis de l'état de l'atmosphère psychique. Évidemment, cet état n'est pas indépendant des réactions que proposeront les élèves à ce qu'il aura installé. Et c'est sur l'arrière-fond de cette atmosphère que l'enseignant tente d'enseigner, que l'aventure dramatique d'enseigner vient s'inscrire » (Blanchard-Laville, 2003, p. 153).

L'enseignant, les élèves et le savoir sont certes envisagés dans une relation ternaire mais il nous semble que dans cette approche, c'est plutôt l'inconscient du professeur, et des élèves, qui est l'objet de recherche principal ; les relations avec les savoirs particuliers d'une discipline semblent minorées. Dans le cas de l'analyse didactique que nous nous apprêtons à faire, cela apparaît comme une faiblesse. L'angle d'analyse dans ce cas est celui des jeux de transfert et de contre-transfert indépendamment de la pertinence des savoirs en jeu, or notre travail fait une place de choix aux savoirs en jeu dans les transactions didactiques (Astolfi, 2008). Il nous semble en effet dans cette optique préférable d'accorder une plus grande importance aux activités et situations d'apprentissage et à la confrontation à des contenus particuliers pour le maître et pour l'élève. Aussi, nous adopterons la position tenue par Venturini :

« S'interroger sur le sens et la valeur que les élèves donnent aux savoirs à apprendre (...) paraît avoir une portée explicative plus grande que s'interroger sur les aspects inconscients en jeu dans certains cas particuliers. » (Venturini, 2006, p. 155)

En outre, ce type d'analyses demande selon Blanchard-Laville une grande pratique et une formation psychanalytique (que nous n'avons pas) pour aller investiguer l'inconscient des acteurs didactiques. Si ce travail peut se mener pour un adulte enseignant moyennant un cadrage bien établi il nous semble beaucoup plus périlleux de faire ceci avec des jeunes élèves de l'école élémentaire. Aller fouiller l'inconscient des élèves (jeunes, ceux de l'école primaire) implique de mener une analyse clinique qui demande une maîtrise de la passation d'entretiens de type psychanalytique. Cela nous paraît être une limite à utiliser ce genre de méthode dans le cadre des analyses didactiques que nous souhaitons faire.

En revanche, cette approche situe les savoirs comme étant ceux d'une société à un moment donné, quels sont les savoirs légitimes ou non, à qui les enseigner et comment les enseigner. Cet aspect institutionnel est à rapprocher des travaux de Chevallard dans lesquels nous l'avons vu, l'institution tient une place de choix dans sa théorisation.

3.2.2. Les approches anthropologique de Chevallard et socio-anthropologique de Charlot

La théorisation de Chevallard s'est développée dans le cadre même de la didactique des mathématiques ; cet auteur s'est intéressé à *la question du savoir et des savoirs, de leur production et de leur gestion sociale* (Chevallard, 1991). Nous l'avons dit, son point d'entrée est surtout axé sur les savoirs. Dans cette approche, le rapport personnel à un objet de savoir précise la manière dont un individu connaît cet objet de savoir et désigne le résultat des assujettissements successifs à diverses institutions. Il s'agit donc de s'intéresser à un/des savoir(s) mis en situation dans une institution donnée, la classe, dans laquelle une volonté didactique se manifeste, ces savoirs ayant, peut-être, été déjà rencontrés dans d'autres institutions. La manière de connaître un savoir, tant pour l'élève que pour l'enseignant, c'est-à-dire l'usage en situation des savoirs, est un élément précieux dans nos travaux, pour mener les analyses didactiques *in situ* que nous souhaitons faire. Les *rapports épistémiques* aux savoirs en jeu du professeur et des élèves sont des éléments fondamentaux à prendre en compte pour expliquer ce qui se passe dans les situations d'enseignement et d'apprentissage.

L'approche socio-anthropologique de Charlot a l'indéniable avantage de considérer les élèves comme des individus singuliers, de ne pas les réduire à des êtres purement cognitifs mais de prendre en compte une histoire personnelle qui pourrait expliquer des engagements ou des comportements en situation d'apprendre. Ainsi, les deux théorisations de Chevallard et Charlot seraient plus complémentaires qu'en opposition (Venturini, 2006, p.56) ; elles se rejoignent et s'enrichissent plus qu'elles ne s'opposent. D'ailleurs, Caillot (2001) précise que pour s'intéresser à la didactique, il faut pour cela que l'on s'intéresse à ce qui se passe dans la réalité de la classe et ainsi la question de l'élève, pris dans sa singularité, doit être posée.

Finalement, parmi les trois théorisations présentées, l'approche du rapport aux objets de savoir, développée par Chevallard, dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard, 1991), est sans conteste la plus en lien avec la théorie de l'action conjointe, fondée elle-même pour partie sur les travaux précédemment cités. L'examen du rapport aux objets de savoirs du professeur est pris en charge par la TACD et nous pensons pouvoir inférer de l'action, les rapports aux objets de savoir des élèves, soit ce qu'ils « font » avec le savoir. Concernant les élèves, nous avons proposé précédemment d'introduire parmi les déterminants de l'action conjointe, un déterminant, côté élève, à travers leur rapport aux savoirs. Au-delà des relations immédiatement entretenues par eux avec les savoirs en jeu *in situ*, il nous a paru intéressant d'examiner aussi des rapports qu'ils peuvent entretenir avec les savoirs, certes plus éloignés de l'action *hic et nunc*, que sont le sens et la valeur accordés aux savoirs, en faisant référence aux travaux de Charlot (1997) qui théorise un rapport à *l'apprendre* des élèves. Nous proposons donc d'examiner, au-delà du rapport aux objets de savoirs des élèves mobilisé dans l'action, un rapport à *l'apprendre* d'élèves.

4. En guise de conclusion : une proposition pour la recherche

À l'issue de cette analyse croisée, nous proposons l'ajout hypothétique suivant qui permet de redonner une place aux élèves comme déterminants du jeu *via* leurs rapports aux savoirs. Il s'agit de postuler que le ROS et le RAP des élèves sont des déterminants de l'action. Inférer de nos analyses ces rapports aux savoirs des élèves

devrait, en plus des déterminants professoraux, entendus comme organisateurs de la pratique, permettre d'apporter une intelligibilité supplémentaire aux pratiques conjointes. Nous résumons cette proposition pour l'étude dans la figure suivante.

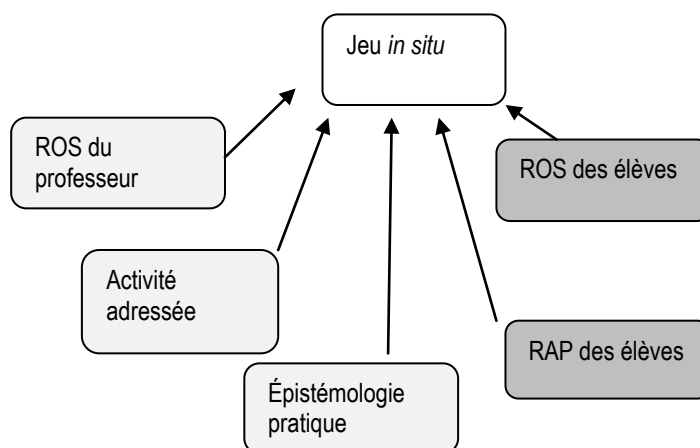


Figure 2. Proposition d'introduction du rapport aux savoirs des élèves dans la TACD.

L'enjeu de la recherche est d'intégrer, au modèle existant de la TACD, les élèves par l'intermédiaire de leurs rapports aux savoirs et de mettre à l'épreuve de l'empirie ce modèle, afin d'examiner si cette adjonction a du sens. Précisons que lorsque nous rajoutons à la TACD, dans l'étage des déterminants, les élèves *via* leurs rapports aux savoirs, bien entendu, il s'agit d'un ajout basé sur une symétrie d'intérêt par rapport au professeur et non d'une symétrie de position car, nous l'avons dit, « *la relation didactique est par essence dissymétrique* » (Sensevy, 2007, p.188). Cependant, de notre position de chercheur en didactique, la relation conjointe s'analyse selon un principe de symétrie d'intérêt professeur-élèves. Par exemple, il nous faut envisager comment le savoir est négocié entre élèves et professeur, quelles sont les places respectives des uns et des autres relativement à ces savoirs, etc. Le jeu *in situ* gagne donc, selon nous, à être examiné en regard des rapports aux savoirs des élèves aussi. Nos travaux exploratoires précédents, au cours d'un Master 2 Recherche (Pautal, 2007) ont montré tout l'intérêt qu'il y a à prendre en compte conjointement le rapport aux savoirs du professeur *et* celui des élèves pour mieux saisir l'enchaînement et l'articulation des évènements dans le jeu didactique. Notre contribution ici se limitera à proposer d'introduire le rapport aux savoirs des élèves comme déterminant du jeu *in situ*, afin d'apporter une intelligibilité renouvelée des pratiques dans l'agir conjoint.

Nous retiendrons que la TACD prend en compte comme éléments susceptibles d'expliquer les pratiques *in situ* de l'action conjointe, le rapport aux objets de savoir du professeur, l'activité adressée de celui-ci et son épistémologie pratique. Nous proposons d'introduire le rapport aux objets de savoir des élèves (ROS), comme un déterminant possible de l'action conjointe *hic et nunc* et de le compléter par des éléments plus éloignés de l'action que sont le sens et la valeur que des élèves accordent aux savoirs, soit le rapport à *l'apprendre* (RAP). Finalement, notre proposition porte sur les déterminants de l'action conjointe dont nous disons qu'ils doivent être explorés du côté des élèves aussi.

Nous proposons une première formulation de notre problématique dans le chapitre suivant qui présentera également le domaine d'étude de la recherche.

Chapitre 2. PROBLÉMATIQUE ET DOMAINE D'ÉTUDE

1. Problématique

1.1. Des déterminants possibles de l'action

Au terme de la discussion précédente, nous avons indiqué l'intérêt de prendre en compte, dans la TACD, des déterminants de l'action côté élèves. Des travaux ont déjà porté sur le rapport aux objets de savoir d'élèves tant dans le domaine des sciences et de la technologie (Roustan-Jalin, Ben Mim et Dupin, 2002) que dans celui des SVT proprement dit (Mairone et Dupin, 2008). Dans d'autres travaux, c'est un rapport à l'*apprendre*, plus éloigné de l'action qui a été examiné ; nous pouvons nous référer ainsi aux travaux menés en didactique des sciences en lien avec le rapport au(x) savoir(s) d'élèves ou d'étudiants et qui ont fait l'objet d'un recensement et d'une analyse par Venturini (2007a, p.168-199). Ces travaux montrent que

« Les savoirs disciplinaires ne sont pas considérés de la même manière par tous les élèves et que la manière dont ils les considèrent peut être mise en relation avec l'apprentissage qui en est fait » (Venturini, 2006 p. 125).

Des travaux ont exploré des déterminants chez le professeur, c'est-à-dire des éléments qui pourraient permettre de comprendre des comportements didactiques. Par exemple, des modalités de fonctionnement différentes d'enseignants de sciences physiques, intervenants dans le cadre de travaux personnels encadrés ont pu être rapprochées de la nature différente de leurs rapports aux objets de savoirs (Venturini, Calmettes, Amade-Escot et Terrisse, 2004). L'approche de concepts de la physique réalisée en cours par une enseignante en grade 11 scientifique, tantôt abordée sous un angle formel et mathématique, tantôt envisagée sous un angle applicatif, a pu être reliée à des dualités de même type dans son rapport aux savoirs de la physique (Venturini, Calmettes, Amade-Escot et Terrisse, 2007). Ces travaux laissent supposer que le rapport aux savoirs des enseignants permet de comprendre une partie des activités qu'ils mènent en classe lorsqu'il s'agit de « faire apprendre » aux élèves. A la lumière de ces travaux, on peut donc aisément poser que le rapport aux savoirs a des conséquences sur les pratiques professionnelles, les guident ou les modulent. En outre, nombreux sont les travaux en didactique qui ont exploré et depuis longtemps l'épistémologie enseignante ; on peut citer entre autres Brousseau (1998), Chevillard (1992) et plus près Sensevy et Mercier (2007) ; ils ont montré l'influence de l'épistémologie du professeur sur ses propres pratiques.

Des déterminants ont donc été explorés, soit seulement ceux des élèves, soit seulement ceux du professeur. Notre proposition vise à examiner ensemble le rôle des déterminants professoraux et élèves.

1.2. Première formulation de la problématique et questions de recherche

Si on considère que l'action didactique est une action conjointe, les rapports que les élèves développent vis-à-vis des savoirs à apprendre vont modifier les situations didactiques en train de se faire, déjà imprégnées des rapports aux objets de savoir de l'enseignant. D'ailleurs, en suivant Schubauer-Leoni et al, « *c'est le rapport*

–conjoint - à cet objet²³ qui s'avère décisif. Or, un tel rapport est à la fois prédéterminé et construit dans le cours de l'action conjointe » (Schubauer-Leoni, Leutenegger, Ligozat et Flückiger, 2007, p.68) et c'est ce que nous essaierons de saisir au cours de nos analyses, c'est-à-dire faire la part de cette « prédétermination » et de ce qui émerge. Dit autrement, au cours de la situation d'enseignement-apprentissage, ce que l'on peut examiner relève à la fois d'une certaine planification (et l'on comprend cela assez bien du point de vue du maître) ou d'un certain nombre d'attentes (plus ou moins explicites chez les élèves) mais « aussi d'événements liés à la dimension émergente de l'action des participants » (Nonnon, 2006, p. 289). Nous posons que ces deux dimensions (l'émergent et la préparation) ont à voir avec des déterminants de l'action.

En estimant qu'il existe une relation entre les pratiques conjointes et les déterminants du jeu didactique, tant du côté du professeur que du côté des élèves, le travail de cette thèse consiste à examiner ce que cette relation pourrait produire comme intelligibilité des pratiques et ainsi avancer dans la compréhension de ce qui se passe et se joue dans l'articulation des gestes professoraux et d'étude (Schubauer-Leoni *et al.*, 2007). L'idée est bien de comprendre l'action en train de se faire sous les éclairages croisés de déterminants issus pour partie du versant « élève » et pour partie du versant « enseignant ». C'est en cela que cette thèse s'inscrit dans la continuité de nos travaux précédents du M2R qui conjuguait les rapports aux savoirs du professeur et des élèves pour décrypter certains aspects de l'action conjointe (Pताल, 2007). Dans notre travail, comprendre des pratiques, c'est rechercher ce qui peut documenter l'action, c'est rechercher des sources possibles de comportements didactiques.

L'enjeu est donc de raffiner les connaissances à propos des déterminants et de leur influence sur l'action conjointe. Ces déterminants, considérés comme des organisateurs de l'action, sont pour nous, rappelons-le, l'épistémologie du professeur, son activité adressée, son rapport épistémique aux objets de savoir et pour les élèves leur rapport épistémique ainsi que le sens et la valeur qu'ils accordent aux savoirs en jeu.

La problématique de cette thèse s'articule autour de deux types d'analyse que nous présentons maintenant.

La première enquête menée consiste à décrire, de sorte à les caractériser, les pratiques d'enseignement et d'étude au cours d'une analyse *in situ* autour de savoirs spécifiques, ceux de la circulation du sang. En d'autres termes, il s'agit de produire une analyse outillée des descripteurs de l'action conjointe, soit de rechercher la façon dont le ou les savoirs progressent au fur et à mesure du déroulement des activités dans la classe (chronogénèse), la façon dont les acteurs didactiques s'emparent (ou non) de ce savoir pour le faire progresser (topogénèse), la transformation possible de l'environnement de signification partagée (mésogénèse). Il s'agit donc de repérer et reconstruire les jeux d'apprentissage, enjeux des transactions didactiques et de les caractériser afin de savoir qui mène le(s) jeu(x), dans quelles conditions, pour produire quels types de savoir.

Dans un second type d'analyse, il s'agit ensuite d'inférer des pratiques conjointes autour de ces jeux, des déterminants de l'action que sont pour le professeur, son rapport épistémique aux objets de savoir mis à l'enseignement et l'étude, son

²³ Nous précisons qu'il s'agit de l'objet de savoir enjeu de la transaction conjointe.

épistémologie « pratique » et sa compréhension de l'« adressage » de son enseignement et du côté des élèves, leurs rapports épistémiques aux objets de savoir dans l'action et aussi le sens et la valeur qu'ils accordent aux savoirs en jeu distanciés par rapport au jeu *in situ*.

Au final, nous pensons pouvoir fournir une intelligibilité nouvelle des pratiques lorsque celles-ci sont regardées depuis des déterminants de l'action tant du côté des élèves que du côté de l'enseignant.

Nos questions de recherche sont ainsi les suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques des pratiques d'enseignement et d'étude autour des savoirs en jeu et notamment quels sont les savoirs co-construits en situation de classe c'est-à-dire quelles sont les transactions en jeu dans la classe ? Et autour de quels jeux d'apprentissage pratiqués et avec quelles places respectives pour les transactants ?
- Quelle est la nature et l'importance des déterminants que l'on peut inférer de la description de ces pratiques ? Quelle intelligibilité des pratiques peut-on produire à l'aide des déterminants de l'action repérables chez des élèves (rapport aux objets de savoir et rapport à *l'apprendre*) et chez l'enseignant (activité adressée, épistémologie pratique et rapport aux objets de savoir) ?

Expliquons maintenant le choix de la thématique sur laquelle portera l'analyse des jeux didactiques que nous nous apprêtons à faire.

2. Le choix de la thématique : la circulation du sang

Notre choix s'est porté sur l'analyse d'une action conjointe du professeur et des élèves autour de savoirs liés à la circulation du sang, car c'est un sujet à propos duquel gravite un réseau de notions connexes. Le sang est un sujet entouré de fantasmes, de peurs, de croyances les plus variées ; c'est un sujet à « savoirs stabilisés » donc qui, sans être une question actuellement en débat comme pourraient l'être les questions socialement vives, est une thématique dans laquelle on peut supposer que les acteurs didactiques sont impliqués : implication quant à l'histoire de l'individu, son identité, les liens héréditaires. Par exemple, le langage courant est transporteur de valeurs attribuées au sang et à sa circulation : « se faire du mauvais sang », « les liens du sang » « mon sang n'a fait qu'un tour » sont des expressions couramment employées qui associent au sang, dans l'imaginaire populaire, le pouvoir de traduire nos émotions ou une certaine filiation ou consanguinité. Le vin devient même le sang du Christ dans la religion catholique et ainsi, le sang est chargé d'une valeur mystique. Le sang représente quelque chose qui peut faire peur : la vue du sang peut faire défaillir ; c'est aussi ce qui sort de soi au moment d'une blessure, au cours des menstruations et c'est aussi ce dont on peut faire don et avec lequel on peut aussi transmettre des maladies (VIH) ; il est alors un lien entre des corps différents. Vient-il à s'absenter et il est annonciateur d'une grossesse, alors qu'il peut tout aussi bien évoquer la mort et le meurtre (Hugh-Jones, 2011, p. 4). Faire le choix de cette thématique, non neutre, s'est donc imposé à nous dès lors que nous souhaitions examiner des déterminants de l'action conjointe et plus particulièrement quand il s'est agi de regarder du côté des rapports épistémiques aux savoirs à enseigner et plus encore du côté du sens et de la valeur accordés aux savoirs à apprendre.

Il nous semble que rechercher des déterminants de l'action conjointe à propos d'un sujet tel que celui-ci c'est aussi rechercher des déterminants de l'action conjointe sur des thématiques proches c'est-à-dire sur tout ce qui est relatif au corps humain, ou au vivant, en général. Choisir d'enseigner la circulation du sang de telle ou telle façon c'est un peu choisir quelle vision du corps on veut/peut donner ; vision mécaniste ou vision systémique par exemple, et partant, c'est un peu aussi une image –certes parcellaire- du vivant qui est proposée. Enfin, c'est un concept dont l'histoire est bien connue et sur lequel ont porté de nombreuses études et recherches en didactique : Clément, 1991 ; Ducros, 1989 ; Lavarde, 1994 ; Lhoste, 2006 pour n'en citer que quelques unes.

Enfin, le choix de cette thématique est justifié par le fait qu'il s'agit d'un concept complexe à mettre en place avec des élèves de cycle 3. Les pratiques mises en œuvre autour de ce concept, et que nous analysons sont, nous le pensons, plus révélatrices d'un certain nombre de déterminants, que nous recherchons, que s'il s'était agi d'un sujet peut-être plus aisé à traiter et pour lequel les pratiques auraient été plus homogènes, plus « lissées » par un effet d'imitation. Nous pensons, en travaillant les analyses didactiques à partir de ce thème, mettre en avant des éléments saillants qu'un autre sujet n'aurait pas permis de faire ressortir. Enfin, il est possible que des déterminants soient plus marqués, concernant ce sujet, chez des élèves jeunes de 10 à 12 ans en moyenne au cycle 3.

Les outils théoriques de description et de compréhension de l'action conjointe ont été précisés à travers la TACD augmentée de déterminants élèves. Nous allons nous intéresser dans le chapitre suivant aux objets des transactions didactiques : les savoirs. L'action conjointe débouche sur la construction de savoirs de la circulation du sang. Quels sont ces savoirs ? Comment sont-ils produits ? Qu'est-ce qui peut être construit comme savoirs de la circulation du sang dans l'action conjointe ?

Chapitre 3. LA CIRCULATION DU SANG : ÉLÉMENTS DE RÉFÉRENCES ÉPISTÉMOLOGIQUE, INSTITUTIONNELLE ET DIDACTIQUE

Notre problématique porte sur l'éclaircissement des transactions existant autour de savoirs particuliers, ceux de la circulation du sang. L'action conjointe à propos de laquelle nous avons donné précédemment des éléments de description débouche, dans la classe, sur une construction de savoirs. Pour mener à bien l'analyse des pratiques conjointes autour des savoirs de la circulation du sang, il nous faut comprendre quel est le savoir en jeu, les difficultés posées par l'enseignement et l'apprentissage de ce concept complexe et de quelle(s) manière(s) ce concept peut être abordé. Il nous faut aussi des éléments pour faciliter la lecture et la compréhension de comportements d'enseignants et d'élèves dans la classe autour de savoirs scientifiques biologiques afin de comprendre quels types de savoir sont produits par les pratiques et dans quelle épistémologie.

Nous verrons dans un premier temps comment se décline la demande institutionnelle, c'est-à-dire que préconisent les programmes de l'école à propos de la circulation du sang quant aux contenus en jeu et la manière de les aborder. Nous procéderons ensuite à une analyse didactique de ces préconisations officielles tant sur le plan des contenus que sur celui des démarches. Cela nous permettra de voir comment ces demandes institutionnelles pourraient être interprétées par les enseignants et les conséquences de ces interprétations sur les savoirs produits. Enfin, nous donnerons, pour terminer ce chapitre, des outils de lecture et de compréhension des situations d'enseignement et d'apprentissage de la circulation du sang au cycle 3, notamment au travers des obstacles épistémologiques liés à ce concept, repris de travaux anciens de recherche en didactique des SVT et nous verrons comment ce concept de circulation sanguine s'inscrit dans des façons différentes de concevoir le vivant.

1. La circulation du sang au cycle 3 : positionnement de l'institution

1.1. Les connaissances en jeu dans l'institution scolaire

Les programmes de l'école, au niveau duquel se situe la recherche, sont mis en œuvre par des enseignants polyvalents qui sont chargés d'enseigner tous les domaines d'apprentissages de l'école. Nous reprenons ici un extrait des programmes du cycle 3 de l'école élémentaire en sciences expérimentales et technologie. (MEN, 2008a).

Cycle 3- Le fonctionnement du corps humain et la santé

Les mouvements corporels (les muscles, les os du squelette, les articulations).

Première approche des fonctions de nutrition : digestion, respiration et circulation sanguine.

Reproduction de l'Homme et éducation à la sexualité.

Hygiène et santé : actions bénéfiques ou nocives de nos comportements, notamment dans le domaine du sport, de l'alimentation, du sommeil.

Programme de l'école 1. Extrait du programme « sciences et technologie » pour le cycle 3, BO HS n° 3 du 19 juin 2008.

Les programmes de l'école (MEN, 2008a) pour le cycle 3 proposent dans le cadre de l'étude du « fonctionnement du corps humain et la santé » une « approche des principales fonctions de nutrition : digestion, respiration et circulation sanguine ». Ces programmes ont été récemment complétés par une proposition de progression qui situe plus précisément l'étude de cette partie du programme au CM1 et bien que ce choix réponde à « *des impératifs scientifiques et didactiques* » non précisés, il « *laisse aux équipes pédagogiques, des possibilités d'adaptation, en fonction du projet pédagogique et de la structure de l'école* ». Voici ce qu'il est préconisé d'étudier au CM1 en sciences expérimentales et technologie dans la partie « première approche des fonctions de nutrition » concernant la rubrique « circulation du sang » (MEN, 2012, BO n°1 du 5 janvier) :

Circulation sanguine

- Aborder le rôle de la circulation sanguine dans le fonctionnement des organes à partir des poumons et du tube digestif.
- Connaître l'appareil circulatoire humain et son principe de fonctionnement (rôle du cœur et des différents vaisseaux)
- Établir des relations entre l'activité physique, les besoins des muscles et la fréquence cardiaque.

Vocabulaire : organes, cœur, sang, vaisseaux sanguins, artères, veines, circulation, pulsations, fréquence cardiaque.

- Savoir que les trois fonctions (digestion, respiration et circulation) sont complémentaires et nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.

Programme de l'école 2. Extrait des progressions pédagogiques pour le cycle 3, BO n°1 du 5 janvier 2012.

Dans la perspective proposée par les programmes d'une approche des fonctions de nutrition, la circulation du sang ne peut donc être considérée comme isolée dans le corps ; le cœur met le sang en mouvement pour apporter aux cellules de l'organisme, les nutriments et le dioxygène nécessaires à leur fonctionnement et les décharge des déchets produits ; c'est parce que le sang fait le lien entre les produits issus de la digestion, de la respiration et du fonctionnement des organes que la circulation du sang tient un rôle important dans les fonctions de nutrition des organes.

1.2. Les procédures d'élaboration des connaissances curriculaires au cycle 3

L'esprit dans lequel les contenus ci-dessus sont enseignés est explicité dans les programmes à travers la pratique d'une démarche d'investigation²⁴ qui fait très nettement référence à la démarche préconisée par la Main à la pâte. Voici un extrait des propos introductifs des contenus du cycle 3 que nous produisons un peu plus haut.

²⁴ Nous utiliserons parfois l'abréviation DI dans la suite du texte pour démarche d'investigation.

Cycle 3. Sciences expérimentales et technologie

Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature et celui construit par l'Homme, d'agir sur lui, et de maîtriser les changements induits par l'activité humaine. *Leur étude contribue à faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part.*

Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de la Main à la pâte sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.

Familiarisés avec une approche sensible de la nature, les élèves apprennent à être responsables face à l'environnement, au monde vivant, à la santé. Ils comprennent que le développement durable correspond aux besoins des générations actuelles et futures. En relation avec les enseignements de culture humaniste et d'instruction civique, ils apprennent à agir dans cette perspective.

Les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés, par exemple, dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences.

Programme de l'école 3. Introduction au programme « sciences et technologie » pour le cycle 3, BO HS n°3 du 19 juin 2008.

Les programmes de l'école au cycle 3 sont très clairement en filiation directe avec la Main à la pâte dont l'influence est forte puisqu'il faut en saisir l'« esprit » pour enseigner les sciences à l'école. Il s'agit donc bien, dans le cadre des sciences et technologie, de faire pratiquer une démarche d'investigation aux jeunes élèves, en prenant en compte les recommandations de la Main à la pâte. Celle-ci fournit un « prêt à enseigner les sciences » dont il faut comprendre les origines pour saisir son influence actuelle.

La Main à la pâte est une opération lancée en 1996 par Georges Charpak, prix Nobel de physique qui, séduit par l'enseignement des sciences dans des quartiers populaires de Chicago, a voulu impulser une « nouvelle » manière d'enseigner les sciences sur le modèle du « Hands on » américain, très nettement affilié au courant pragmatique de Dewey fortement ancré aux États Unis dans les années 60 à 80. Une des premières actions de l'opération la Map sera de produire les modules « insight » qui sont la traduction des « Hands on » américains, et qui ne sont pas forcément en cohérence avec les habitudes françaises ou même les programmes nationaux. Rapidement la Map²⁵ forme un partenariat avec l'INRP (Institut national de recherche pédagogique²⁶) et l'École Normale Supérieure (Ulm, Paris) et ensemble ils contribuent au Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (PRESTE, 2000) et produisent un document « Enseigner les sciences à l'école » rédigé conjointement par la Map et le groupe technique associé au comité de suivi du PRESTE qui propose aux enseignants un canevas de séquence que l'on peut résumer de la manière suivante (MEN, 2002, p. 8-9) ;

- Le choix d'une situation de départ ;
- La formulation du questionnement des élèves : le guidage par le maître ne doit pas amener à occulter *les conceptions initiales des élèves* qu'il s'agit de faire émerger. La confrontation des divergences entre conceptions servant à favoriser l'*appropriation par la classe du problème* soulevé ;

²⁵ Abréviation de la Main à la pâte.

²⁶ Devenu depuis l'IFÉ-ENS Lyon.

- L'*élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation* qui passe par des *formulations orales et écrites* et envisage de « prédire » ce qui pourrait se passer ;
- L'*investigation conduite par les élèves* pouvant s'appuyer sur diverses méthodes : expérimentation directe, réalisation matérielle (construction de modèles), recherche sur documents, observation directe ou enquêtes et visites ;
- L'acquisition et la structuration des connaissances qui se fonde sur la *confrontation des diverses productions* des groupes entre elles d'abord, puis au savoir établi permettant la réalisation de *productions destinées à la communication*.

Ce plan est soutenu par toute une batterie de moyens et d'aides nationales comme les documents d'accompagnement des programmes, le site de la Map²⁷, des partenariats avec les laboratoires spécialisés dans la vente de matériel scientifique équipant les laboratoires et les écoles (CELDA, JEULIN), la labellisation de certaines productions (livres, CD-Rom) etc. Avec ces dispositifs d'envergure, l'esprit la Map diffuse progressivement dans les écoles, jusqu'à devenir le modèle de référence dans lequel enseigner les sciences. On pourrait dire qu'actuellement ce mouvement est à l'origine d'un véritable collectif de pensée, au sens de Fleck (1935, 2008), celui des enseignants du primaire, mais on pourrait dire aussi du collège puisque l'introduction commune aux programmes de l'enseignement des mathématiques, des SVT et de physique-chimie du collège préconise de mettre en place aussi une démarche dont la filiation avec la Main à la pâte est nettement référencée puisque « *dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient pour les disciplines scientifiques et la technologie une démarche d'investigation* » (MEN, 2008b, BO spécial n°6 du 28 août).

2. Analyse didactique des préconisations institutionnelles

Pour procéder à cette analyse des préconisations officielles, nous interrogeons d'abord les programmes sur le plan des contenus, en lien avec des centrations épistémiques possibles, puis sur le plan des démarches, et nous envisageons enfin les conséquences de lectures différentes des programmes sur la nature des savoirs possiblement produits, sur le rôle des langages dans la production de ces savoirs.

2.1. Sur le plan des contenus ; différentes centrations épistémiques possibles

Les programmes, peu diserts, on en convient, laissent une grande latitude aux enseignants pour décliner la compréhension de ces éléments de contenus, « *première approche des principales fonctions de nutrition* ». La lecture des programmes pourrait laisser croire qu'il est nécessaire d'étudier, dans le curriculum, la circulation du sang de façon proche dans le temps avec la respiration et la digestion, sans forcément que toutes ces fonctions soient liées. Ainsi, on peut estimer que les préconisations institutionnelles sont suffisamment précises pour un enseignant de formation scientifique à même de comprendre les textes officiels comme une invitation à étudier la circulation du sang dans une vision systémique du fonctionnement de l'organisme, même si le découpage « *digestion/respiration/circulation sanguine* » peut paraître peu

²⁷ <http://www.lamap.fr>

propice à construire une conception intégrée de la nutrition. L'interprétation de ces éléments de programme pourrait amener un enseignant sans formation scientifique à envisager les fonctions successivement sans forcément les décliner dans une vision systémique des fonctions de nutrition. La demande de l'institution devient alors ouverte pour qui n'a pas une culture scientifique.

Proposer l'étude des fonctions de nutrition sous le chapeau « *fonctionnement du corps humain et la santé* » peut engager des enseignants vers une étude de la circulation du sang qui privilégierait des aspects éducatifs en termes d'hygiène et de santé, les détournant ainsi de la visée systémique escomptée par les programmes.

Les enseignants peuvent donc avoir des interprétations différentes des programmes à propos de la circulation du sang en lien aussi avec les documents ressources qu'ils sont amenés à fréquenter. C'est pourquoi nous avons consulté une dizaine d'aides pédagogiques et ressources disponibles pour les enseignants (manuels de l'école, sites dédiés à l'enseignement des sciences à l'école, CD-Rom d'accompagnement des programmes)²⁸, à propos de la circulation du sang. À l'aide de ces ressources aisément accessibles, nous avons dégagé trois centrations épistémiques principales pour aborder la circulation du sang au cycle 3 : une centration « biophysique », une centration « éducation à la santé » et une centration « fonction de nutrition ». Il ne s'agit pas d'une revue exhaustive des différentes façons d'aborder la circulation du sang ; on peut envisager bien d'autres façons d'aborder le concept (dans une visée évolutive par exemple, les modifications des différents systèmes circulatoires), mais celles que nous présentons sont les plus courantes, au vu des documents consultés²⁹. Ces centrations épistémiques sont des manières de privilégier certains savoirs relatifs à la circulation du sang. Ces choix ont bien sûr des conséquences sur l'enseignement et l'apprentissage du concept ; c'est ce que nous envisagerons dans la section suivante.

Nous présentons en premier lieu une centration fréquemment envisagée dans les documents consultés ; il s'agit d'une centration biophysique. Nous envisageons ensuite une centration qui paraît très en lien avec les programmes de l'école, la

²⁸ Pour les manuels de l'école : « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, Jack Guichard, 2009, p. 44-51 ; « les ateliers Hachette », Cycle 3, Jack Guichard *et al.*, 2010, p. 120-125 ; « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Jean-Michel Rolando *et al.*, Magnard, 2003, p. 110-113 ; « Toutes les sciences, Cycle 3 », Maryline Coquidé *et al.*, Nathan, 2008, p. 186-189 ; « Sciences expérimentales et technologie » CM1-CM2, sous la direction de R. Tavernier, Bordas, 2010, p. 52-55.

DVD » « Apprendre la science et la technologie à l'école », Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO), Académie des sciences-SCÉRÉN-CNDP (2008).

Les sites consultés :

La MAP :

http://www.lamap.fr/index.php?Page_Id=6etElement_Id=1216etDomainScienceType_Id=4etThemeType_Id=11 (consulté le 18/06/2012). On trouve, entre autres, sur le site un renvoi vers un ouvrage « Le corps humain. Cycle 3 » chez Delagrave.

Un site très fréquenté par les professeurs du premier degré : <http://www.instit.free.fr/pe2/sciences/fichecm1.htm> (consulté le 18/06/2012) où l'on trouve une séquence (5 séances) sur la circulation sanguine : le sang dans l'organisme, le fonctionnement du cœur, la circulation du sang dans le cœur, distribution du sang aux organes, les maladies cardiovasculaires, ainsi que des exercices et une évaluation.

Un autre site très fréquenté : <http://ressources.doc.free.fr/spip/IMG/pdf/roledusang.pdf> (consulté le 18/06/2012) où l'on trouve des fiches d'activités utilisables en classe.

Enfin un moteur de recherche pour les professeurs d'école : <http://www.moteurpe.fr/> (consulté le 18/06/2012) qui renvoie vers de très nombreux autres sites proposant une documentation spécifiquement destinée à l'école primaire.

²⁹ On trouvera en annexe, p. 6 une rapide analyse des manuels.

centration fonction de nutrition. Enfin, la consultation des ouvrages nous a amenée à aborder une centration éducation à la santé.

2.1.1. Centration épistémique « biophysique » ; l'anatomie vasculaire pour expliquer le comportement d'un fluide, le sang, mu par le cœur

Dans cette centration épistémique, les vaisseaux sont considérés comme des conduits plus ou moins élastiques résistant aux tensions lors de l'envoi du sang à chaque systole ventriculaire ; la nature des vaisseaux sanguins est envisagée pour saisir leur rôle dans la distribution sanguine. Les artères, à gros calibre, issues du cœur permettent une vitesse d'écoulement rapide, la pression est importante dans ces vaisseaux aux parois musclées. Dans les artérioles à faible diamètre, mais en nombre élevé, la pression est plus faible que dans les vaisseaux de plus grosse section. Dans les très nombreux capillaires, éloignés du cœur, de très faible section, la pression devient particulièrement faible. Dans les veinules et les veines, nettement moins musclées que les artères, la pression est faible, par ailleurs des dispositifs (valvules) contribuent à la remontée du sang vers le cœur.

Le sang dans ce cas est vu comme une suspension de cellules dans une solution macromoléculaire (le plasma) et il n'est alors plus considéré que comme un fluide dont on cherche à comprendre le comportement mécanique particulier dans l'arbre vasculaire. Cette approche amène une description rhéologique du sang qui occupe un volume admis comme constant dans le système vasculaire.

Dans cette centration, le cœur sera vu comme ce qui meut la masse sanguine, qui pulse le sang à l'intérieur des vaisseaux. On peut repérer une ou des traduction(s) de l'activité cardiaque, par exemple à travers le pouls, les battements cardiaques ou la mesure de la pression artérielle. Par les traductions de son activité, il donne des indices de la vitesse de circulation dans le système vasculaire, considéré comme clos.

En conséquence, au niveau d'un cycle 3, en lien avec les programmes³⁰, une vision biophysique de la circulation du sang va s'intéresser à deux choses ; le sang est endigué dans des vaisseaux sanguins de nature différente et le sang, un simple fluide, est mis en mouvement par le cœur.

2.1.1.1. Le sang endigué dans des vaisseaux sanguins

Dans ce type d'approche, il s'agit de concevoir la notion de réseau endigué, c'est-à-dire un système qui conduise le sang d'un point à un autre. La notion de système clos, dans cette centration, est un modèle préétabli, non discuté, sur lequel on bâtit d'autres connaissances. Dans une telle centration épistémique, des documents comme les angiographies (la plupart du temps des artériographies)³¹, obtenues au cours d'un examen médical, permettent de visualiser les vaisseaux sanguins et d'approcher les variations de section, en repérant les artères qui arrivent à l'organe, les veines qui en repartent et les capillaires qui ferment le circuit au niveau de l'organe³².

³⁰ Cet extrait des progressions pédagogiques pour le cycle 3, BO n°1 du 5 janvier 2012 précise : « *Connaître l'appareil circulatoire humain et son principe de fonctionnement (rôle du cœur et des différents vaisseaux)* ».

³¹ Documents visibles dans « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, 2009, p. 46 ; « les ateliers Hachette », Cycle 3, 2010, p. 120 ; « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Magnard, 2003, p. 111.

³² Circulation au niveau d'un organe dans « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Magnard, 2003, p. 111.

2.1.1.2. Le sang est mis en mouvement par le cœur

Les battements cardiaques étant un signe de la vitesse de circulation du sang, il s'agit de repérer des indices de la mise en mouvement du sang qui sont la traduction de son activité. L'activité cardiaque peut être perçue en repérant les battements cardiaques directement sur soi. On peut mesurer le rythme cardiaque par comptage du nombre de battements cardiaques par unité de temps et expliquer que le sang est régulièrement propulsé par le cœur à chaque battement. On peut aussi percevoir l'activité cardiaque au travers du pouls artériel³³. Une autre traduction de l'activité cardiaque est la pression artérielle³⁴ que l'on peut mesurer en classe à l'aide d'un sphygmomanomètre³⁵ et un stéthoscope³⁶. Il convient cependant d'aider les élèves dans le repérage d'un lien entre la perception du pouls sur soi et la circulation effective du sang dans les vaisseaux sous l'influence des battements cardiaques car il peut y avoir confusion entre la perception du rythme respiratoire et du pouls cardiaque lorsque des mesures sont prises sur eux, par les élèves³⁷.

Nous résumons par la figure ci-dessous les liens possibles entre les notions constitutives dans le cas de cette approche.

³³ Le pouls est un durcissement passager des artères dû à la propagation d'une onde de choc qui naît à chaque systole ventriculaire, quand on palpe une artère. On peut prendre le pouls en effleurant les vaisseaux sanguins, affleurant sous la peau, avec le doigt.

³⁴ La pression artérielle correspond à la pression³⁴ du sang dans les artères : la « tension » maximale mesurée (12 cm d'Hg par exemple) correspond à une onde de choc du sang sur la paroi du vaisseau au moment de l'éjection systolique et la mesure minimale (8 cm d'Hg en moyenne) est à mettre en relation avec un temps de repos du cœur (diastole).

³⁵ Le sphygmomanomètre est encore appelé tensiomètre.

³⁶ Cet appareil est évoqué dans « Toutes les sciences, Cycle 3 », Nathan, 2008, p. 189.

³⁷ En lien avec la proposition des programmes « *Établir des relations entre l'activité physique, les besoins des muscles et la fréquence cardiaque* », trois manuels proposent des mesures cardiaques : « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, 2009, p. 44-45 ; « les ateliers Hachette », Cycle 3, 2010, p. 123 ; « Toutes les sciences, Cycle 3 », Nathan, 2008, p. 187.

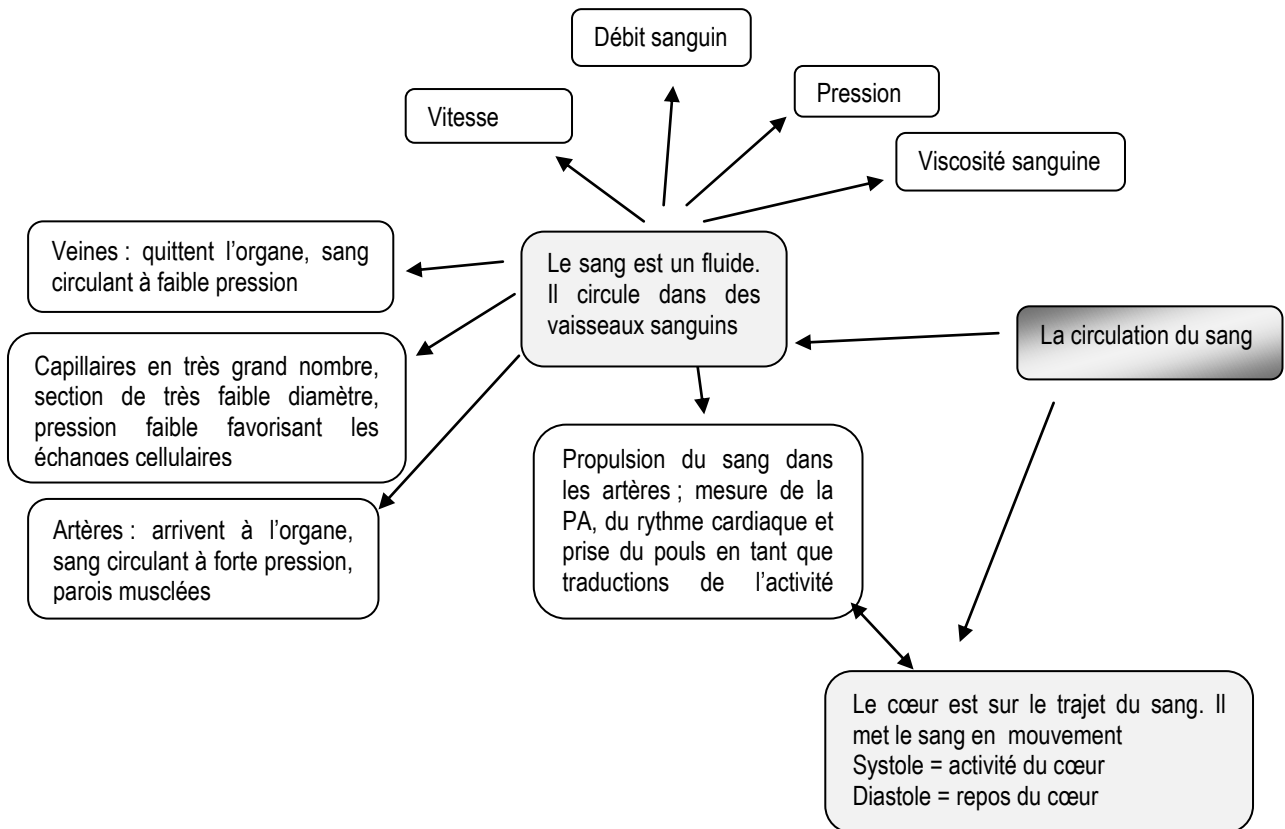


Figure 3. Réseau des notions constitutives dans l'approche « biophysique ».

Dans cette centration, les savoirs valorisés sont ceux qui portent sur des aspects mécaniques et rhéologiques du sang circulant dans des vaisseaux différents. Ces savoirs sont construits à partir d'un modèle préétabli dans lequel il est admis qu'un volume constant de sang circule, à sens unique, dans un système clos. Dans cette approche, le cœur est considéré comme ce qui met en mouvement le sang.

2.1.2. Centration « fonction de nutrition » : le sang comme intermédiaire nécessaire dans les fonctions de nutrition

Dans le cas d'un choix épistémique « fonction de nutrition », la circulation du sang est envisagée comme ce qui fait lien entre tous les organes du corps pour les approvisionner en dioxygène et nutriments, et pour les décharger en CO₂ et déchets, produits issus du fonctionnement de ces organes. L'O₂ est prélevé au niveau des poumons et apporté aux organes, les nutriments sont prélevés au niveau de l'intestin et apportés aux organes. Les déchets de fonctionnement sont pris en charge par le sang qui évacuera le CO₂ au niveau des poumons et d'autres déchets au niveau des reins. Comme le dioxygène et les nutriments sont prélevés dans le milieu extérieur et que les organes à approvisionner sont à l'intérieur, « cela nécessite un système de distribution qui assure cet approvisionnement » (Lhoste, 2008, p.168-169). Le sang circule dans les vaisseaux sanguins : les veines et les artères. Les capillaires sanguins de très fins diamètres ferment le circuit sanguin pour former un ensemble clos dans lequel le sang ne circule que dans un seul sens, des artères vers les veines. Les capillaires très fins permettent les échanges dans deux zones principales, au niveau pulmonaire et au niveau des organes. Le circuit sanguin peut être vu comme un double circuit : un premier entre le cœur et les poumons, un second entre le cœur et les organes. Enfin, ce

sont les battements du cœur (diastole/systole) qui font circuler le sang dans les vaisseaux.

Cette centration semble privilégiée par les programmes du cycle 3 ; « *approche des fonctions de nutrition* », (MEN, 2008a), « *savoir que les trois fonctions (digestion, respiration et circulation) sont complémentaires et nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme* » (MEN, 2012). L'enjeu d'un travail sur la circulation du sang au cycle 3, selon cette centration, deviendrait : « comment les organes, les muscles par exemple, peuvent-ils être approvisionnés ? » et ce questionnement justifierait de rechercher un lien entre le cœur et les organes, par l'intermédiaire du sang. Il s'agirait alors de comprendre comment les organes prélèvent ce dont ils ont besoin et comment ils se débarrassent de ce qui est un déchet pour eux. L'idée d'approvisionner les organes du corps et de les débarrasser de leurs déchets peut aider à concevoir le sang comme un système de transport, « intermédiaire » entre les lieux de production, des nutriments et de dioxygène, et les organes qui les consomment. Le sang doit donc circuler d'un point à un autre, des lieux de production à des lieux d'utilisation. Le sang devient alors l'élément qui a pour fonction de transporter ; des systèmes de conduction peuvent alors être envisagés. L'entrée par les fonctions de nutrition semble en tous cas s'imposer pour amener l'idée de sang circulant, même si l'idée d'apport de nourriture et de récupération des déchets n'est pas suffisante à construire la nécessité de circuit fermé que nous envisageons maintenant.

2.1.2.1. Le sang est endigué dans des vaisseaux à l'intérieur d'un circuit fermé

Différentes nécessités sont à construire. D'abord celle de sang endigué dans des canaux -artères, veines et capillaires-, puis celle de circuit fermé. Historiquement, Harvey a construit cette dernière idée en calculant la masse considérable de sang qui transite dans l'organisme et c'est cette grande quantité de sang qui lui a fait concevoir une sorte de recyclage du sang à un endroit du corps et non une production constante en un endroit. On trouve, dans la littérature scientifique pour la jeunesse, des textes simplifiés du raisonnement de Harvey qui posent le problème de la localisation éventuelle d'une telle quantité de sang. Des calculs analogues à ceux faits par Harvey peuvent être effectués par des élèves de cycle 3 pour arriver à l'idée que c'est donc toujours la même quantité de sang qui circule dans le corps, dans un circuit clos. Sinon, le sang dans ce cas est bien endigué mais, à l'image des canaux d'irrigation des jardins, le sang se perd, il irrigue mais ne revient pas au cœur pour à nouveau être remis en circulation. Il est donc nécessaire de construire l'idée d'un ensemble de tuyaux connectés entre eux qui forment une boucle fermée sur elle-même. Si l'on en reste à un système par irrigation, et que l'on ne construit pas la notion de cycle, il n'y a pas de distribution sanguine. L'enseignant peut proposer aux élèves d'observer des documents (artériographie, schémas) qui permettent de saisir cette idée de circuit fermé par les capillaires entre les artères et les veines.

2.1.2.2. La circulation est à sens unique

Il faut ensuite construire la notion de circulation dans un sens unique à l'intérieur de ce circuit clos. On peut en effet tout à fait concevoir des tuyaux de distribution du sang avec un sens de circulation indifférent, soit un mouvement de flux et de reflux équivalent au mouvement des marées. Concevoir une circulation avec un sens unique et non en va-et-vient permettra en même temps d'abandonner la conception par irrigation : il y a deux chemins différents, un pour le trajet aller et un pour le retour ; le sens de circulation est unique. Au final, « *la construction de la*

nécessité d'une distribution par circulation repose sur l'impossibilité de la distribution par irrigation et la nécessité d'un retour sanguin » (Lhoste, 2006, p.96). Des schémas fonctionnels de la circulation du sang dans l'extrémité d'un organe par exemple peuvent aider à construire l'idée d'un système clos, avec un sens unique de circulation³⁸.

2.1.2.3. Le sang est mis en mouvement par le cœur

Si le sang circule, s'il se déplace d'un point à un autre, c'est qu'il est mis en mouvement. Les battements cardiaques étant un signe de la vitesse de circulation du sang, il s'agit de repérer des indices de la mise en mouvement du sang qui sont la traduction de son activité ; nous avons déjà abordé cet aspect précédemment (cf. p. 50).

Outre le repérage des manifestations de l'activité cardiaque, le passage par l'observation d'un cœur disséqué³⁹ peut être un moyen de comprendre le sens de circulation du sang à l'intérieur du cœur et que le sang de la partie droite et de la partie gauche du cœur ne se mélangent pas et qu'il existe un sens unique de circulation dans le cœur (présence d'une cloison inter ventriculaire et rôle des valvules) qui vient en appui de la notion de sang circulant à sens unique vue précédemment. Le sang riche en dioxygène transite dans la partie gauche du cœur tandis que le sang riche en dioxyde de carbone circule dans la partie droite du cœur ; ainsi, les qualités différentes de sang transitant à l'intérieur du cœur amènent à comprendre où se font les échanges qui justifient ces qualités différentes et que nous envisageons maintenant.

2.1.2.4. Des échanges sont nécessaires

Mettre en lien l'idée que la circulation du sang est une, parmi d'autres, fonction de nutrition, avec la notion de circuit sanguin fermé dans lequel le cœur est sur le trajet du sang, implique aussi d'accepter que des échanges aient lieu en certains endroits du circuit clos. C'est-à-dire accepter que des lieux soient dévolus aux échanges et non seulement au transport. Pour cela, il faut concevoir des zones d'échanges *via* des capillaires et placer ces zones d'échanges en des lieux convenables avec l'idée précédente d'une qualité de sang oxygéné dans la partie gauche du cœur et d'un sang chargé de dioxyde de carbone dans la partie droite du cœur. Un premier lieu d'échanges nécessaire est entre les capillaires et les organes du corps pour les approvisionner en dioxygène et nutriments, et les décharger des déchets. Le second lieu nécessaire des échanges se situe au niveau des capillaires pulmonaires où se font les échanges gazeux. Au final, c'est à la construction d'un double circuit fermé, avec deux zones d'échanges, à laquelle on parvient⁴⁰.

Finalement, dans cette approche, le sang est considéré comme un transporteur, d'oxygène et de nutriments qui assure des fonctions de nutrition des organes. Il est nécessaire de construire dans cette centration l'idée d'un sens unique de circulation du sang à l'intérieur d'un système clos comprenant deux lieux majeurs d'échanges. Dans cette approche, le cœur assure la mise en mouvement du sang dans un sens unique.

³⁸ On trouve un tel schéma dans « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Magnard, 2003, p. 111.

³⁹ Il y a une telle proposition dans « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Magnard, 2003, p. 112.

⁴⁰ Un schéma de la double circulation sanguine est proposé dans les ouvrages suivants : « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, 2009, p. 48; « les ateliers Hachette », Cycle 3, 2010, p. 125 ; « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Magnard, 2003, p. 119.

Nous pouvons résumer l'ensemble des notions constitutives du concept de circulation du sang vu depuis la position « fonction de nutrition », dans la Figure 4, ci-dessous.

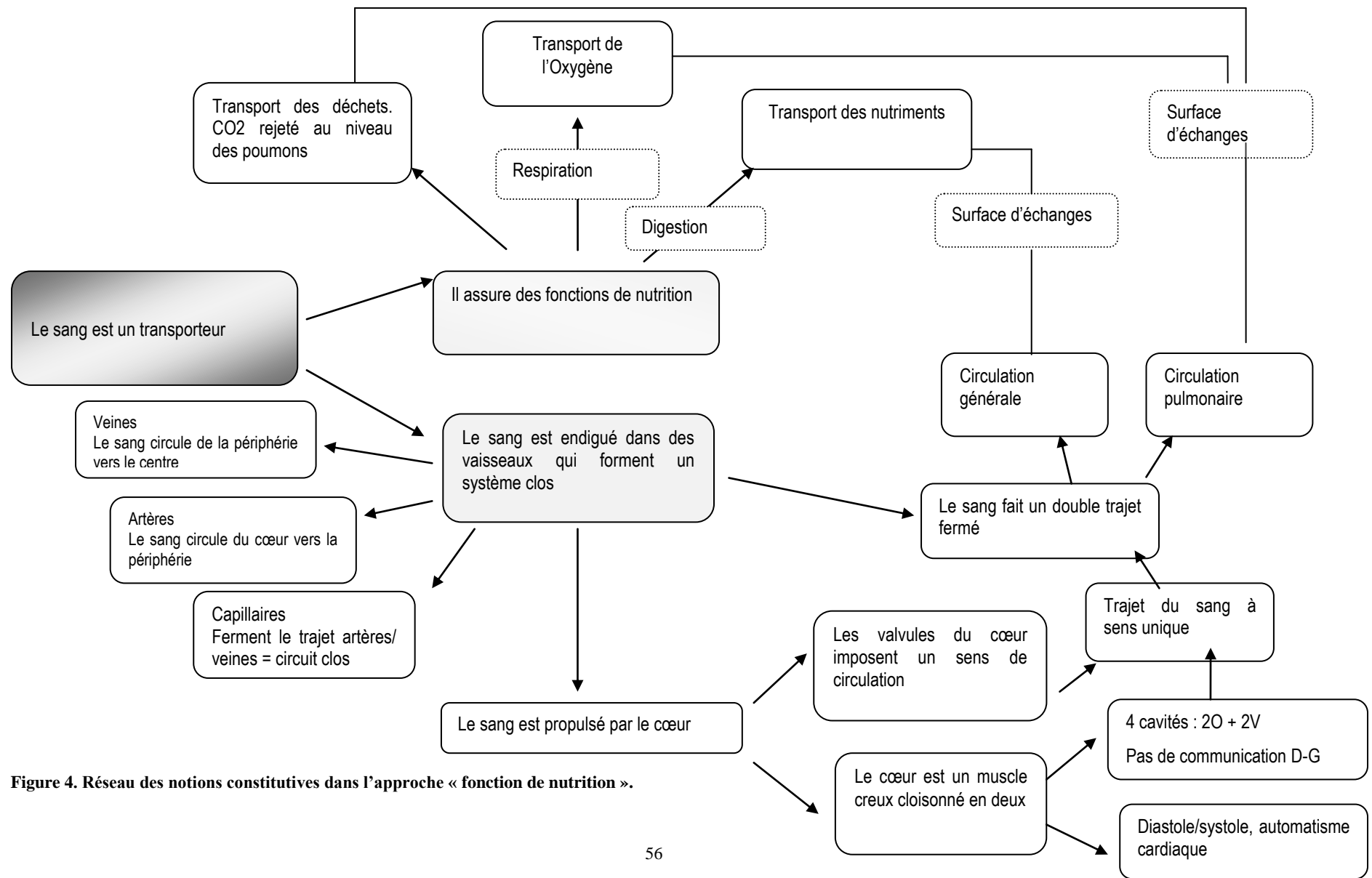


Figure 4. Réseau des notions constitutives dans l'approche « fonction de nutrition ».

Cette centration « fonction de nutrition » oblige à une synthèse de notions biologiques obligatoirement envisagées en amont de l'étude de la circulation sanguine elle-même (digestion, respiration). Elle implique la mise en réseau de savoirs biologiques complexes et la construction d'un certain nombre de nécessités (sang endigué, dans un circuit clos, mis en mouvement à sens unique par le cœur, deux lieux principaux d'échanges) pour parvenir au concept de circulation sanguine vu dans ce cas comme un concept intégrateur de plusieurs fonctions de l'organisme. Cette centration est exigeante par la mise en lien de savoirs complexes, envisagés dans une vision systémique du fonctionnement de l'organisme⁴¹.

2.1.3. Centration « éducation à la santé » ; un pôle « immunitaire et réparation » et un pôle « maladies cardiovasculaires »

En consultant la littérature destinée à aider les enseignants dans leurs préparations, les sites dédiés aux enseignants de l'école primaire ou les manuels les plus courants dans les classes, on constate que deux aspects sont développés en lien avec l'éducation à la santé.

2.1.3.1. Le pôle « immunitaire et réparation »

Les savoirs de la circulation du sang qui sont privilégiés dans cette orientation sont ceux qui permettent de comprendre des problèmes de santé, liés aux vaccinations, aux blessures, bref aux moyens de défense de l'organisme.

Pour aborder la fonction immunitaire du sang, il est nécessaire de faire appel aux constituants du sang et plus particulièrement aux globules blancs ; leur fonction principale étant d'assurer la défense de l'organisme contre les agents infectieux. En ce qui concerne la fonction de réparation lors d'une blessure, un petit vaisseau sanguin lésé se répare par la formation d'un clou plaquettaire. Pour de plus gros vaisseaux, la coagulation, mettant en jeu le fibrinogène, renforce le clou plaquettaire et forme un caillot.

Entrer dans la circulation du sang par cette problématique, à l'école primaire, signifie d'une part aborder les constituants du sang (les principales cellules sanguines avec une idée approximative de leur proportion) et d'autre part approcher quelques fonctions des globules blancs dans la fonction immunitaire (ils « repèrent » les microbes et ils les « tuent »)⁴². D'autre part, travailler dans cette optique nécessite de solliciter le niveau cellulaire ; or ce n'est pas un niveau d'étude du vivant au cycle 3 (si l'on exclue le cas de la procréation avec les gamètes). Ainsi, concevoir des fonctions du sang au niveau cellulaire n'est pas *a fortiori* en cohérence avec les attentes institutionnelles au niveau d'un cycle 3.

2.1.3.2. Le pôle « don du sang et pathologies »

Dans les manuels consultés, les fonctions « immunitaire et réparation » ne sont pas les seules abordées ; des questions comme la transfusion sanguine et les

⁴¹ Les schémas de la double circulation sanguine sont proposés comme synthèse en réponse à des questions :

-que se passe-t-il quand on court ? dans « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Magnard, 2003

-à quoi sert le sang ? dans « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, 2009

-comment nettoyer l'organisme ? dans « les ateliers Hachette », Cycle 3, 2010.

⁴² Cet aspect est pris en compte dans « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, 2009, p. 49 et 51 et dans « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle., Magnard, 2003, p. 110.

pathologies comme l’hypertension (en relation avec l’alimentation) ou l’infarctus du myocarde peuvent être abordées. Nous ne développerons pas ces aspects car ils ne participent pas directement, selon nous, de la construction du concept de circulation du sang, mais nous ne les omettons pas non plus car ils figurent dans certains manuels⁴³.

Finalement, dans cette centration épistémique éducation à la santé, la priorité est donnée aux constituants du sang et le cœur n’est évoqué qu’en lien avec les maladies qui peuvent l’affecter ; la circulation du sang n’est pas le concept visé prioritairement. C’est une vision qui conduit davantage vers une visée d’éducation à la santé en ciblant des objectifs larges éducatifs comme le don du sang et le rôle des transfusions sanguines. Les notions constitutives dans cette approche peuvent être mises en réseau de la façon suivante.

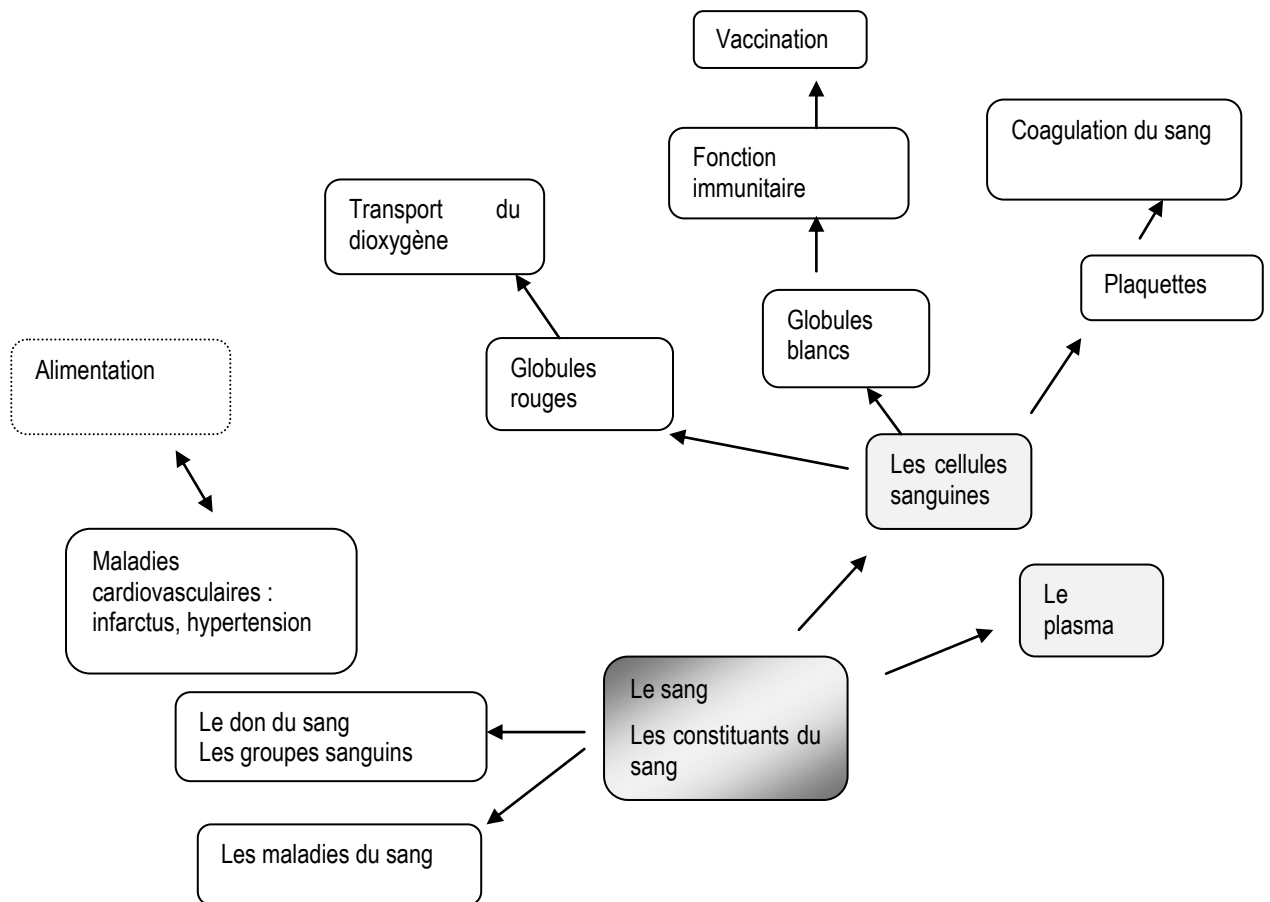


Figure 5. Réseau des notions constitutives dans l’approche « éducation à la santé ».

Cette centration épistémique n’est *a priori* pas celle des programmes actuels en vigueur à l’école (MEN, 2008a ; MEN, 2012) ; on peut même se demander si l’on n’est pas, dans ce cas, hors sujet par rapport aux programmes qui demandent d’aborder la circulation du sang comme une fonction de nutrition.

⁴³ Notamment dans « les ateliers Hachette », Cycle 3, 2010, p. 120 et dans « Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, 2009, p. 50.

2.1.4. Conclusion

Il semble exclu que la circulation du sang soit traitée par le professeur selon une seule centration épistémique, tout au long de la séquence d'enseignement, cependant nous pourrions dégager des tendances épistémiques dans le traitement de la thématique liée à la circulation du sang. Nous pourrions ainsi plus aisément repérer les rapports aux objets de savoir des transactants, professeur et élèves, afin d'expliquer, pour partie, les situations conjointes autour des savoirs en jeu, lorsque nous en serons aux travaux empiriques.

Envisager la circulation du sang dans une vision biophysique, c'est mobiliser un modèle déjà existant, même implicitement, d'un circuit fermé dans lequel on s'intéresse au mouvement d'un fluide, le sang, dont on estime le volume constant. Dans cette centration, l'attention est portée sur la notion de sang endigué qui peut privilégier une approche essentiellement descriptive du système vasculaire dans une vision mécaniste de la circulation du sang. Le cœur est abordé par les traductions de son activité qui renseignent sur la vitesse de circulation du sang.

Choisir une centration fonction de nutrition, c'est privilégier la compréhension d'un phénomène complexe, que l'on peut envisager dans une vision systémique, mettant en lien plusieurs fonctions. Si, dans cette approche, on s'intéresse aux moyens qui permettent de nourrir les organes et les décharger de déchets, il convient de construire un modèle répondant à un certain nombre de nécessités : un système endigué, clos, à sens unique avec un cœur qui met le sang, transporteur d'O₂ et de nutriments, en mouvement. C'est ainsi construire et produire un modèle explicatif mettant en jeu des éléments anatomiques, mécaniques et physiologiques dans une vision intégrée de l'organisme.

Envisager la centration éducation à la santé implique de traiter des aspects relatifs aux constituants du sang et engage vers des objectifs éducatifs généraux peu en lien avec la construction du concept de circulation sanguine. Faire ce choix, c'est concevoir que les savoirs à propos de la circulation du sang doivent permettre de répondre à des problèmes quotidiens en réfléchissant à des problématiques de santé par exemple. Ce n'est pas à proprement parler s'intéresser au concept de circulation sanguine. Cette approche semble en marge de la construction du concept lui-même et pourrait ainsi représenter une forme de situation d'entrée ou de motivation pour aller ensuite vers l'étude du concept lui-même.

Manifestement, les différentes façons d'aborder le concept de circulation sanguine ne se valent pas et ne mènent pas aux mêmes savoirs, n'explorent pas le concept de la même façon. Certaines approches (nutrition et biophysique) envisagent le concept, chacune à leur façon, alors que pour une autre (éducation à la santé) le concept n'est pas clairement abordé ou par des aspects à la marge voire secondaires par rapport aux préconisations officielles.

Les différentes centrations que nous avons dégagées impliquent des façons d'appréhender le savoir complexe de la circulation du sang et sa construction, très différentes. Le choix d'une ou plusieurs de ces centrations par les enseignants n'est donc pas anodin ; il a des conséquences sur l'enseignement et l'apprentissage. Les façons d'entrer dans les savoirs de la circulation du sang sont ainsi des révélateurs des connaissances scientifiques et épistémologiques des professeurs.

2.2. Sur le plan des démarches ; des interprétations possibles de la démarche d'investigation

Les textes institutionnels en France, relatifs à la DI et que nous avons présentés p. 46, ne donnent pas à voir clairement les références, quant à la construction des savoirs scientifiques, les théories relatives à l'apprentissage ou l'enseignement des sciences, en fonction desquelles ces textes ont été produits et cette absence de clarté peut donner lieu à des interprétations diverses des textes institutionnels à propos de la DI, selon les connaissances scientifiques et épistémologiques des enseignants. Les professeurs peuvent donc procéder à des lectures variées de ce qu'il faut comprendre de cette démarche. Actuellement, la DI est clairement une démarche pédagogique qui apparaît « *comme un nouveau sésame pour l'enseignement des sciences, en privilégiant la construction du savoir par l'élève* » (Coquidé, Fortin et Rumelhard, 2009, p. 60). Comment les enseignants envisagent-ils cette construction des connaissances au cours de la DI ? La lecture des programmes par les enseignants⁴⁴ induira donc des anticipations et des actions dans la classe qui teinteront tant les savoirs produits que les conditions de production des savoirs. Au choix d'une centration épistémique se superpose donc, tout en en étant dépendant, le choix d'une modalité de construction des connaissances.

2.2.1. Une lecture empirico-inductiviste de la DI

M. Coquidé, C. Fortin et G. Rumelhard ont recherché les fondements épistémologiques de la démarche d'investigation qui préconise « *observation, questionnement, expérimentation et argumentation* ». A l'issue de ce travail, il ressort que la démarche d'investigation s'inscrit dans un cadre empirico-inductiviste où de l'expérience naît la connaissance (Coquidé *et al.*, 2009, p.49). Nous avons vu que la démarche préconisée est en nette filiation avec la Main à la pâte ; or cette démarche s'inscrit dans un cadre de référence où la connaissance vient de l'expérience ou du « faire » c'est-à-dire clairement dans une approche qui est celle du pragmatisme de Dewey (Ibid.) chez lequel l'apprentissage est basé sur l'enquête ou investigation. Les enseignants, en charge d'enseigner la circulation du sang, pourraient, dans ce cadre épistémologique, privilégier alors une démarche prenant nécessairement appui sur une ou des observations (de vaisseaux sanguins, d'une dissection de cœur, etc.) car dans cette approche empirico-inductiviste, les « faits » (d'observation ou d'expérimentation) sont valorisés. Il s'agirait de partir de constats singuliers pour, par induction, conduire à l'illusion de dégager des éléments théoriques généraux ; précision des observations et répétition des expériences conduiraient à des savoirs vrais, prouvés. En d'autres termes, voir et faire suffirait pour comprendre. Il pourrait alors être donné de la fonction de circulation du sang, quelque soit la centration épistémique adoptée, une vision dogmatique dans laquelle les savoirs non problématisés sont assénés comme des vérités que l'on ne peut remettre en cause et sont des savoirs finis non inscrits dans ses dimensions temporelles, situationnelles ou culturelles (Lhoste, 2008).

⁴⁴ Ces lectures sont liées à la question de la référence (ou des références) pour la DI, qui n'est jamais clairement explicitée (Coquidé *et al.*, 2009). On peut ainsi avoir des lectures faisant appel à des références possibles en termes épistémologiques (en lien avec les pratiques sociales de référence) ; il y aurait aussi des références en termes psychologiques et enfin des lectures en référence à des théories de l'apprentissage. Nous discutons dans la suite des lectures de la DI en termes épistémologiques.

Dans ces types de démarches empirico-inductiviste, il n'y a pas d'obstacles épistémologiques (au sens des obstacles bachelardiens⁴⁵) dans le processus d'élaboration des connaissances. En regardant la DI depuis ce point de vue, le « voir » ou le « faire » sembleraient fournir un point de départ favorisant la dévolution d'un problème aux élèves qui à leur tour dérouleront, avec l'aide du professeur, une investigation scientifique, dans le cadre d'une « méthode » dont nous avons vu les étapes et reproductible quel que soit le savoir en jeu ; le lien semble direct entre les observations et les lois ou théories.

Cette lecture empirico-inductiviste des textes officiels est tout à fait probable car comme J.Y. Cariou le rappelle récemment, à la suite de nombreux autres auteurs (Johsua et Dupin, 1993 ; Clément, 1998 ; Rumelhard, 2000 ; Astolfi, 2002), cette vision est enracinée profondément chez de nombreux professeurs dont elle constitue une partie de l'épistémologie « spontanée » (Cariou, 2011, p. 84-85).

2.2.2. Une démarche d'investigation lue dans une épistémologie constructiviste

Dans une épistémologie constructiviste ou contemporaine, la lecture des préconisations institutionnelles peut être très différente. En effet, dans une conception rationaliste de type bachelardien, la connaissance scientifique se construit en rupture avec les connaissances quotidiennes. Ces épistémologies posent d'emblée qu'il est illusoire de penser pouvoir observer quoi que ce soit sans cadre théorique. Il y a toujours des préjugés, des systèmes explicatifs sous-jacents, dont certains peuvent faire obstacle à la connaissance⁴⁶. Un enseignant, inscrivant sa pratique dans une épistémologie contemporaine, donnera à la théorie une place de choix dans la production des savoirs scientifiques relatifs à la circulation du sang en valorisant un processus de construction des connaissances qui n'est pas linéaire, mais fait de rupture. Dans ces épistémologies constructivistes, produire des savoirs scientifiques sur la circulation du sang, c'est produire des explications à propos de la circulation plutôt que la décrire suite à des observations. Les mêmes observations (de vaisseaux sanguins, d'une dissection de cœur, etc.), si elles sont menées, à la suite d'un cadrage théorique, prennent alors une toute autre signification. Il est possible alors de porter un regard renouvelé sur les « faits » observés ; la distance qui sépare « *le fait perçu ou observé* » et « *le fait scientifique* » est parcourue par toute une construction intellectuelle : la conceptualisation est nécessaire à l'observation (Desbaux-Salviat et Rojat, 2006, p.129). Les faits ne se donnent pas à voir dans une sorte d'immédiateté et de transparence, ils sont construits ; « *on ne voit vraiment que ce que l'on est capable de concevoir* » (Delmas-Rigoutsos, 2009, p.51). Les opérations intellectuelles consistant à lier dialectiquement cadre théorique et éléments d'observation ou phénomènes consistent en une modélisation nécessaire pour faire produire des idées explicatives.

Coquidé *et al* (2009, p. 65-71) démontrent, exemples concrets à l'appui, que les investigations scientifiques en biologie se font au laboratoire au cours de pratiques scientifiques en réponse à des questions précises inscrites dans un cadre

⁴⁵ Pour Bachelard, l'évolution des connaissances ne se fait pas linéairement, elle est marquée de ruptures : produire des connaissances scientifiques nouvelles demande le franchissement des « obstacles épistémologiques », un savoir scientifique s'acquiert contre une connaissance antérieure ; le moment de la rupture est le franchissement d'un obstacle (Bachelard, 1938, 2004).

⁴⁶ Nous envisagerons les obstacles épistémologiques dans la construction du concept de circulation du sang dans la section suivante, p. 66.

épistémologique précis et avec des obstacles précis. L'histoire du concept de circulation du sang, par exemple, montre bien quels savoirs ont été produits pour répondre à quelle problématique (réponse hydraulique à un problème mécanique de circulation du sang ou réponse physiologique à un problème de nutrition des organes). En partant de cette modalité de construction des connaissances et en suivant le concept de pratiques sociales de référence, introduit par Martinand (1994), on peut poser comme préalable que la science qui se fait en classe pourrait être le résultat d'une transposition raisonnée de pratiques de scientifiques qui font de la recherche scientifique et qui produisent des savoirs scientifiques. Dans ces conditions, même si la classe n'est pas un laboratoire de recherche scientifique et il n'y a pas homologie entre le travail du scientifique et le travail de l'élève qui apprend des sciences, l'investigation dans la classe ne peut se réduire à des procédés de construction des savoirs et à un entraînement à certains types de raisonnement et de construction des savoirs menés avec rigidité dans le cadre d'une démarche stéréotypée, voire unique ; l'investigation dans la classe devrait suivre un parcours proche des démarches qui sont utilisées pour produire des savoirs scientifiques, soit une transposition didactique contrôlée de ces pratiques de production de savoir dans la classe en tenant compte de toutes les contraintes liées (horaires à respecter, matériel à disposition, âge des élèves, etc.). Cette transposition raisonnée mènerait à une « *pratique scientifique scolaire* » (Bisault, 2008, p. 155).

Ainsi, lorsque l'accent est mis à plusieurs reprises dans les textes officiels sur la « *construction du savoir par les élèves* », on peut y lire les phases de la construction d'un savoir scientifique, dans une épistémologie contemporaine. Faire émerger « *les conceptions initiales des élèves* », les confronter et « *favoriser l'appropriation par la classe du problème soulevé* » (MEN, 2002, p. 8), c'est bien mettre à jour une partie des systèmes explicatifs des élèves qui pourraient faire obstacle à la connaissance et diriger la classe vers un processus de problématisation amenant à une production de savoirs en lien avec les problèmes qui leur donnent naissance. Au-delà de l'expression des conceptions initiales des élèves, ce sont « *l'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation* » qui semblent devoir être proposées et conduites en partie par les élèves, notamment en favorisant leur participation, que ce soit lors de « *formulations orales et écrites* » ou lors de « *phases de structuration* » fondées sur « *la confrontation des diverses productions des groupes* ». Il est préconisé de favoriser la production d'écrits au sein de groupes pour rechercher les « *causes d'un éventuel désaccord* » (*Ibid.*) ; il semble donc que les échanges argumentés et les débats tiennent une place de choix dans la construction du savoir scientifique par les élèves. Le rôle des langages, notamment écrits, dans l'apprentissage scientifique semble renforcé par la présence d'un *cahier d'expériences* dans lequel sont consignés les écrits personnels et institutionnalisés. Ces différentes activités langagières écrites ou orales s'inscrivent donc clairement dans la perspective d'une construction sociale des connaissances (Bisault, 2008, p. 154).

Ces lectures épistémologiques accordent, de fait, une place plus ou moins grande aux élèves dans le processus de construction des connaissances et donnent aux langages une place qui n'est pas la même selon les références épistémologiques. Ces choix amènent aussi à la production de savoirs de nature différente.

2.3. Conséquences sur l'enseignement et l'apprentissage

Les différents positionnements épistémologiques qui peuvent être conscientisés ou non, explicites ou pas, par rapport à la connaissance scientifique

peuvent ainsi alimenter des pratiques d'enseignement et d'apprentissage des sciences à l'école très variées et, partant, peuvent avoir des conséquences sur les conditions de possibilité d'apprendre pour les élèves. En parallèle de l'analyse menée sur le plan de la nature des savoirs et sur le plan du rôle des langages c'est une réflexion sur la place des élèves qui est aussi engagée.

2.3.1. Sur le plan de la nature des savoirs

L'approche incarnée par la Main à la pâte, sous-jacente dans la démarche d'investigation institutionnelle, tend à survaloriser les expériences et le « faire » et peut, par cet attachement au concret⁴⁷ qui serait le point de démarrage de toute connaissance, amener les professeurs à faire produire dans la classe des successions d'activités menant à des savoirs propositionnels comme cela pouvait l'être dans une mouvance ancienne empirico-inductiviste. Les élèves sont alors en position de recevoir des résultats de la science. Dans une telle épistémologie, les bonnes explications sont enseignées, soit des savoirs factuels, non questionnés, qui deviennent alors des savoirs établis sans lien aucun avec le contexte de leur production ou une quelconque dimension historique des savoirs de la circulation du sang.

Envisagés dans une épistémologie constructiviste, les savoirs produits sont des savoirs problématisés (et non plus des savoirs propositionnels) sur la circulation du sang. Les activités ou les investigations n'ont pas la même place ; la nature des savoirs produits n'est pas la même. Les problèmes que les élèves tentent de résoudre sont intimement liés au cadre théorique dans lequel ils naissent et la démarche intellectuelle produite est le résultat d'une modélisation qui aide les élèves à produire des idées explicatives. Ce sont davantage les modalités particulières de l'activité scientifique qu'un « savoir d'école » (Belhoste, 2001) qui sont privilégiées dans cette manière de concevoir les sciences qui ne sépare pas les savoirs et les pratiques dont ils sont issus. Ces savoirs exigeants peuvent diriger les élèves vers une culture scientifique caractérisée par des modes de penser, de parler et d'écrire spécifiques, en scolarisant des pratiques de la communauté scientifique (Schneeberger, Robisson, Liger-Martin et Darley, 2007, p.40, Schneeberger et Rebière, 2011) et notamment des pratiques langagières constitutives du fonctionnement d'une communauté scientifique (Bisault, 2008, Schneeberger, 2003). Dans une telle épistémologie, les savoirs qui émergent ont une certaine épaisseur, ils sont produits sous certaines conditions et ont donc un domaine de validité, celui du contexte de leur production ; ils ne sont pas érigés en vérité éternelle, ils résultent d'un processus contextualisé (Schneeberger, 2007).

Précisons que, bien que les savoirs produits dans une épistémologie empiriste soient très différents de ceux produits dans une épistémologie constructiviste, ces derniers sont eux-mêmes très différents des savoirs produits par les scientifiques. La finalité d'une activité individuelle de recherche dans le monde scientifique est de contribuer à une production collective de savoirs. À l'école, il y a construction collective d'énoncés discutés et validés par les élèves mais il n'y a pas production de savoirs scientifiques *sensu stricto*. Comme le rappelle J. Bisault à juste titre « *l'enjeu essentiel d'une pratique scolaire scientifique ne se situe pas au niveau de ce qui est produit par la communauté mais bien dans l'appropriation individuelle de ce produit*

⁴⁷ Cet attachement au concret est la traduction d'un certain réalisme qui fait concevoir l'existence d'une réalité extérieure objective obtenue à l'aide de nos sens. Cette réalité ontologique accordée aux « faits » permettrait de connaître ceux-ci tels qu'ils sont.

collectif » ; le travail scolaire en sciences est pris dans le paradoxe chercher collectivement-apprendre individuellement (Bisault, 2008, p. 185).

2.3.2. Sur le plan du rôle des langages dans la construction des connaissances

De nombreuses recherches ont porté sur les apprentissages scientifiques et langagiers (Vérin, 1988 ; Ducancel et Astolfi, 1995 ; Garcia-Debanc et Laurent, 2003 ; Schneeberger et Ponce, 2004 ; Jaubert et Rebière 2000, 2001 ; Fillon et Vérin, 2001 ; Bisault, 2008 ; Schneeberger et Vérin, 2009 ; Buty et Plantin, 2008). Tous s'accordent sur le tissage très fin entre ces deux apprentissages ainsi que sur l'importance du langage pour soutenir et accompagner la pensée scientifique. De leur côté, les textes officiels précisent que « *les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés, par exemple, dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences* » (MEN, 2008a). Les modalités de production de ces écrits à propos de la circulation du sang seront différentes selon les épistémologies organisatrices des pratiques enseignantes. De même, les conditions d'une argumentation, par exemple autour de la circulation sanguine, réclamée par les textes officiels dans la démarche d'investigation « *faire valoir son point de vue : convaincre, argumenter* » (MEN, 2002) seront installées de façons bien différentes selon les épistémologies dans lesquelles les enseignants liront les instructions officielles.

Dans une épistémologie empiriste, les langages écrits ou oraux soutenant la production des savoirs pourraient prendre un aspect formel ; il s'agirait d'« *argumenter* » sans que cela ne serve réellement la construction de savoirs scientifiques car le débat ou la « *confrontation des productions des groupes* » porterait sur des « faits » (d'observation ou d'expérimentation) desquels on pourrait avoir l'illusion de dégager des éléments théoriques généraux. Les écrits pourraient alors n'être que la traduction de savoirs factuels, ce qui peut aller à l'encontre de la production de savoirs dans le cadre d'une démarche dite d'investigation qui prônerait une démarche d'enquête avec construction de connaissances⁴⁸ ; les langages n'auraient plus alors de rôle dans la construction des savoirs scientifiques et se réduiraient à un outil de communication sans être une composante de l'activité scientifique elle-même.

Si l'on se situe dans une perspective constructiviste et que les savoirs construits dans la classe résultent d'une transposition raisonnée des pratiques des chercheurs, il est alors « *nécessaire que les élèves s'approprient des pratiques spécifiques de l'activité scientifique et en particulier les pratiques langagières* » (Rebière, Schneeberger et Jaubert, 2008, p. 285). La classe peut alors être considérée comme une communauté d'échanges mettant en jeu des pratiques spécifiques développées par les scientifiques qui confrontent des recherches à un moment donné de leur construction théorique (*Ibid.*) ; ce travail n'est pas anodin car « *l'effort argumentatif constitue un enjeu central de la pratique des scientifiques* » (Muller Mirza, 2008, p. 8). Dans une épistémologie constructiviste, accorder une telle place aux langages qui sont alors considérés comme des outils pour penser, dire et faire des sciences c'est donner un rôle actif intellectuellement aux élèves dans la construction de savoirs scientifiques. C'est une manière de contribuer à l'élaboration d'une

⁴⁸ À ce sujet la précision apportée dans les programmes « *Vocabulaire : organes, cœur, sang, vaisseaux sanguins, artères, veines, circulation, pulsations, fréquence cardiaque* » pourrait entraîner les professeurs vers une vision des savoirs qui se résumerait à des questions de vocabulaire.

communauté discursive scolaire au sein de laquelle les élèves vont pouvoir construire ensemble des savoirs (Rebière, Schneeberger et Jaubert, 2008). Les savoirs produits dans ce cas acquièrent une dimension sociale importante ; ils sont partagés et soumis à la critique des pairs et peuvent prendre alors au cours de ces débats argumentés, appelés de leurs vœux par les documents officiels, un certain caractère de nécessité. Les langages, soutenant les savoirs produits, pourraient, dans ce cadre épistémologique, être des écrits ou des débats argumentés et contrôlés par le professeur servant la construction d'un savoir problématisé (Schneeberger *et al*, 2007, p. 42).

2.4. Conclusion

Nous avons produit ici une forme d'aide pour les analyses empiriques *a priori* puis *in situ*. Le travail fait ici nous permettra de repérer des préférences épistémiques des acteurs didactiques et notamment les centrations épistémiques et tendances épistémologiques du professeur dans la présentation de la thématique de la circulation du sang aux élèves et ainsi repérer quelles difficultés pourraient être posées à ceux-ci au cours du travail conjoint dans la classe.

Faire le choix de mettre à l'enseignement et à l'étude certains savoirs plutôt que d'autres en mettant en avant des centrations privilégiées, c'est assurément s'engager dans une certaine idée de la circulation du sang que l'on pense devoir donner aux élèves. Nous avons vu qu'une centration biophysique par exemple tendait davantage à utiliser un modèle préétabli que le produire, nous avons vu aussi que cette approche pouvait valoriser des savoirs anatomiques descriptifs, éventuellement approchés dans une perspective empiriste, mais pas forcément. Quand il s'agit d'aborder la circulation du sang par son versant éducation à la santé on sait que ce sont des objectifs éducatifs très généraux qui sont valorisés, quelque soit l'épistémologie dans laquelle ces savoirs sont abordés. L'adoption d'une centration épistémique « fonction de nutrition » par exemple, ne signifie pas une modalité unique de construction des savoirs car on comprend aisément que les positionnements épistémologiques des professeurs vont avoir (ou peuvent avoir) une incidence forte sur les manières de concevoir les façons d'enseigner ces contenus particuliers de la circulation sanguine. La fonction de nutrition de la circulation sanguine peut être abordée dans une vision systémique en lien avec une épistémologie constructiviste qui cherche à résoudre un problème de nutrition des organes. La fonction de circulation du sang peut être abordée à la suite d'une présentation successive, juxtaposée et descriptive des différentes fonctions de digestion et respiration : la nature des savoirs produits dans une même centration épistémologique n'est par conséquent pas équivalente selon les épistémologies sous-jacentes.

Cette section nous a permis de dégager un certain nombre d'indicateurs et de repères qui nous seront fort utiles pour lire les pratiques conjointes et notamment caractériser l'épistémologie pratique du professeur lors de nos analyses empiriques ou les façons qu'ont les élèves d'entrer dans le concept de la circulation du sang. Nous avons relevé des indicateurs portant sur la nature des savoirs produits et le processus de construction des savoirs ainsi que sur la fonction des langages dans les processus de construction des connaissances. Poursuivons dans la section suivante par l'exploration de résultats de recherches en didactique des SVT en examinant un ensemble d'éléments qui nous permettront de mener à bien les analyses de la partie empirie, notamment en focalisant sur des obstacles à la connaissance que les élèves pourraient être amenés à rencontrer selon les situations didactiques mises en place par

le professeur. Nous revenons ensuite sur les différents registres explicatifs du vivant à l'intérieur desquels s'insèrent les différentes façons de concevoir la circulation du sang.

3. Des repères pour comprendre les transactions didactiques autour de la circulation du sang

Si dans une épistémologie empiriste, la connaissance se construisant sur la base des expériences sensorielles, il n'y a pas d'obstacles à la connaissance, en revanche, pour les épistémologues contemporains et les didacticiens des SVT⁴⁹, produire des connaissances scientifiques nouvelles demande le franchissement d'obstacles *épistémologiques*. Dans ce cas, un savoir scientifique s'acquiert contre une connaissance antérieure ; le moment de la rupture est le franchissement d'un obstacle. Examinons d'éventuelles difficultés que les élèves pourraient rencontrer dans l'acquisition du concept de circulation sanguine : les obstacles épistémologiques. Ils deviennent des outils de compréhension des situations didactiques.

3.1. Des obstacles épistémologiques classiques en didactique des SVT

Les obstacles représentent des points de rupture pour permettre le passage d'une connaissance convenant dans des situations ordinaires ou quotidiennes vers une connaissance scientifique du concept de circulation du sang. Nous reprenons ici des résultats anciens de travaux en didactique des SVT qui fournissent des outils de lecture des situations didactiques propres à l'enseignement et l'apprentissage de la circulation du sang. En effet, de nombreuses études ont porté sur les fonctions de nutrition et plus particulièrement sur la circulation du sang (Ducros, 1989 ; Lavarde, 1994 ; Clément, 1991 ; Lhoste, 2006, 2008). En faisant une reprise de ces travaux, nous rapportons ici des obstacles (au sens d'obstacles épistémologiques bachelardiens) connus de longue date dans l'élaboration du concept de circulation du sang. Nous nous centrons sur des obstacles tels qu'ils peuvent se poser au cycle 3 de l'école, niveau dans lequel se fait la recherche. Nous choisissons de traiter en premier lieu un obstacle très immédiat, celui de la perception sur soi, qui peut constituer la racine des obstacles constitutifs de la construction elle-même du concept de circulation sanguine.

3.1.1. Le primat de la perception : le sang n'est pas endigué

Le fait de s'écorcher et de saigner en tombant, par exemple, laisse supposer que le sang est libre sous la peau et que le sang est partout dans le corps, il « coule » ; on peut alors supposer qu'il y a du sang partout car on ne voit pas de vaisseaux sanguins : le corps est alors considéré comme un grand réservoir rempli de sang. Le sang dans ce cas, n'est pas canalisé. C'est donc ce que l'on voit, ce que l'on constate sur soi qui prend ici le pas sur une construction intellectuelle plus affirmée. C'est le primat de la perception qui l'emporte sur la conception d'un modèle explicatif (Peterfalvi, 1997) en lien avec la pensée colorée de Bachelard dénoncée comme étant

⁴⁹ Pour l'épistémologue Bachelard, un esprit rationnel peut permettre de surmonter les « obstacles épistémologiques » incontournables en sciences. Dans ce cas, l'évolution des connaissances ne se fait pas linéairement, elle est marquée de ruptures c'est-à-dire de franchissement d'obstacles épistémologiques. Pour les didacticiens Astolfi et Peterfalvi (1993), l'obstacle n'est pas une difficulté, c'est plutôt une facilité que s'accorde l'esprit pour maintenir son système de pensée. Il est ce qui en profondeur explique et stabilise une conception.

celle qui fait obstacle à la connaissance scientifique. Cette perception première peut dans ce cas être un obstacle à la construction d'un système sanguin endigué.

Une idée de sang canalisé, en partie du moins, peut se constituer mais elle reste ancrée sur des obstacles de même nature. En effet, le terme de veine est souvent utilisé dans le langage courant pour désigner les vaisseaux sanguins visibles par transparence, notamment au travers de la peau. Cela ne signifie pas que le sang est entièrement endigué dans ces « veines » que l'on peut voir par transparence, en revanche cela peut induire la représentation d'un système veineux superficiel. Ce système implique une circulation en superficie mais pas de connaissance d'une quelconque circulation au niveau des organes internes. Il s'agit là encore du primat de la perception sur la conceptualisation (Astolfi et Peterfalvi, 1993, p.110). Signalons enfin, que les veines, dans ce sens courant, ne désignent pas les vaisseaux sanguins qui reviennent des organes et vont au cœur.

Dans ces conceptions « corps-réservoir rempli de sang » ou « sang partiellement endigué », le problème lui-même de la circulation sanguine n'existe pas, ne se pose pas. En effet, pas besoin d'imaginer des vaisseaux sanguins si le corps est un réservoir de sang ; un des enjeux en classe sera de le construire en pointant la nécessité d'un système de conduction du sang. En outre, dans ces systèmes explicatifs, le sang qui est perdu lorsque l'on saigne, lorsque l'on tombe, doit être reformé, restitué, re-fabriqué pour compenser les pertes sanguines. Cela sous entend que le sang d'une part n'est pas endigué à l'intérieur de vaisseaux sanguins et d'autre part que du sang est donc sans arrêt fabriqué pour alimenter les organes. Cette idée de fabrication constante du sang pour compenser les pertes va de pair avec l'idée de système sanguin ouvert.

3.1.2. L'obstacle de l'irrigation sans retour et le rôle mécanique du cœur

Un obstacle majeur dans la construction du concept de circulation du sang, réside dans l'idée que le trajet du sang se fait selon un modèle de type irrigation : il existe un trajet aller simple du sang vers les organes par exemple et le système est ouvert (Lhoste, 2006). Cette conception de type « irrigation » ou en jet d'eau centralisé à partir du cœur a longtemps perduré historiquement⁵⁰. Rumelhard relève que le vocabulaire prolonge cet obstacle quand on dit par exemple que les organes sont irrigués en reprenant l'analogie agricole de l'irrigation des cultures (Rumelhard, 1997, p.19). En suivant Lhoste, pour aller contre la conception d'un trajet du sang par irrigation avec un aller simple du sang dans un système ouvert, et aller vers l'idée d'une circulation du sang à l'intérieur d'un circuit fermé, il convient de construire la nécessité d'un retour du sang par des vaisseaux différents (pour aller vers la notion de circuit fermé et non de simple reflux dans les mêmes vaisseaux). En effet une circulation peut se faire à double sens dans le même vaisseau (flux et reflux⁵¹) et une circulation peut se faire dans un système fermé avec des vaisseaux différents pour l'aller et pour le retour. C'est William Harvey, en 1628, qui proposera magistralement

⁵⁰ Selon Galien (131-201), le sang est créé dans le foie à partir des aliments, il circule par les veines et va d'une part vers les poumons pour se mélanger à de l'air, d'autre part passe du ventricule droit au ventricule gauche par la paroi poreuse où il prélève la chaleur qu'il redistribue dans le corps. Cette conception perdure jusqu'à ce qu'Ibn Al-Nafis décrive la circulation pulmonaire et l'enrichissement du sang en air par les poumons en 1242. (L'œuvre d'Ibn Al-Nafis reste ignorée jusqu'en 1924 date à laquelle Al Taoui, un médecin égyptien, retrouve la traduction de son œuvre dans la librairie nationale de Berlin).

⁵¹ Ainsi, Galien (v 131 - 201) considérait que le sang était aspiré par le cœur durant la diastole provoquant un phénomène de flux et de reflux, comparable aux marées, à l'intérieur des mêmes vaisseaux sanguins.

une conception révolutionnaire en rupture avec la conception préalable par irrigation ; celle d'un circuit clos avec un système aller-retour⁵². Il donna par la même occasion un rôle mécanique au cœur⁵³ (Harvey, 1869, 1990).

Harvey avait besoin d'imaginer des anastomoses ou des porosités intra tissulaires, pour que son système explicatif de sang circulant dans un circuit fermé ait toute sa cohérence. De fait, trente ans après la supposition de Harvey, une preuve est apportée à partir du moment où le microscope permet d'appréhender les fins capillaires que Leeuwenhock voit sous son microscope. L'observation devient alors un argument qui valide la théorie circulationniste de Harvey, en « fermant le circuit ». Ces capillaires, imaginés par Harvey, permettent au final de construire l'idée d'un sang canalisé dans un système clos. Mais ces capillaires ont des propriétés différentes des autres gros vaisseaux qui assurent la distribution du sang : ils permettent des échanges et deviennent alors le nœud d'un autre obstacle épistémologique.

3.1.3. L'obstacle tuyau continu à paroi perméable

La notion de système sanguin endigué dans des tuyaux (artères, veines et capillaires en continuité) est nécessaire pour construire la notion de système clos. On comprend alors que le sang part d'un point, passe par les organes, les poumons et revient à son point de départ puisque le système est clos sur lui-même et que c'est le cœur qui permet le mouvement. Les tuyaux de gros calibres assurent ces transferts sur grandes distances. Les capillaires, qui ferment le circuit, ont une toute autre fonction ; ils assurent les échanges entre le sang et les alvéoles pulmonaires pour les capillaires pulmonaires et les échanges entre ce qui est dans le sang et les organes pour les capillaires des organes et à chaque fois dans les deux sens (air alvéolaire vers sang et cellules des organes vers sang). Du coup, on peut avoir recours à des analogies avec des tuyaux d'usage courant par exemple pour illustrer cette fonction de transport du sang. Dans ce cas, la représentation en tuyaux des vaisseaux sanguins chargés de la distribution sanguine est un obstacle à la construction de la notion de surface d'échanges (Sauvageot-Skibine, 1993, p. 189). L'obstacle « *tuyau continu à paroi imperméable* » responsable de la difficulté à concevoir « *des conduits biologiques*

⁵² Harvey fait la première description complète d'un système circulatoire clos, dans son ouvrage *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus* de 1628⁵². Il décrit notamment, d'un point de vue strictement mécanique, le sens de circulation et ébauche la notion de la grande circulation. Pour cela, il donne dans son ouvrage des arguments mathématiques : « *considérons la capacité intérieure du cœur, admettons que le cœur renferme deux onces de sang. Si le pouls bat 72 fois par minute, en une heure le ventricule gauche aura envoyé dans l'aorte une quantité de sang correspondant à 8640 onces de sang (72x2x60=8460), c'est-à-dire à 540 livres, ce qui fait trois fois le poids du corps humain. D'où une pareille quantité de sang peut-elle donc venir ? Où peut-elle aller ?* ». Le sang ne peut pas être continuellement fabriqué, ni par le foie, ni par le cœur et être perdu par irrigation ; c'est la même quantité de sang qui est mise en mouvement

⁵³ Harvey donne alors au cœur une fonction mécanique inédite en lui reconnaissant une identité anatomique et fonctionnelle ; le cœur est assimilé à un muscle ce qui est en rupture par rapport aux idées précédentes. En effet, chez Galien (v 131 - 201) c'est l'ébullition du sang qui est source de chaleur et de mouvement et par conséquent c'est le sang qui met le cœur en mouvement. De même, des élèves de cycle 3 peuvent attribuer au cœur des fonctions dévolues aux poumons par une confusion de la fonction respiratoire et circulatoire. Dans ce cas, le cœur est une espèce de filtre pour nettoyer le sang ; « le sang va se faire nettoyer dans le cœur » et alors le cœur peut servir à renouveler l'air ; dans ce cas, la circulation pulmonaire n'est même pas envisageable.

Harvey livre ensuite des arguments expérimentaux à l'appui de son raisonnement en décrivant des expériences de ligatures (p.123-132) pour prouver le retour veineux et le mouvement centripète du sang veineux. Il produit alors un modèle mental qu'il va mettre à l'épreuve de ses propres mesures mathématiques et amorcer l'idée de circulation sanguine générale : « *je commençai à soupçonner qu'il existait une sorte de mouvement, comme dans un cercle ... Le passage du sang dans les artères, immédiatement consécutif à la transformation d'une compression serrée en une compression lâche, le gonflement constant des veines au-dessus de la ligature, alors que les artères sont indemnes, constituent la marque que le sang va des artères aux veines et non en sens inverse, et qu'entre ces deux vaisseaux, il y a soit des anastomoses, soit des porosités intra tissulaires qui permettent le passage du sang.* »

dont la paroi est perméable, et dont la fonction essentielle est liée à cette perméabilité » (Clément, 1991, p. 53), est identifié de longue date en didactique de la biologie⁵⁴ (Lhoste, 2008). Ici, l'obstacle est celui d'une transposition de ce que l'on voit ou connaît du macroscopique à des éléments non appréhendables directement et microscopiques. En effet les tuyaux que l'on connaît comme les tuyaux d'arrosage sont étanches et ne laissent pas passer d'eau par porosité le long de leur trajet ; l'analogie est intéressante pour bâtir la notion de circuit fermé mais en faisant cela, on introduit un obstacle supplémentaire ; transposer cette connaissance « vulgaire » aux capillaires peut s'ériger en obstacle à la construction du concept d'échanges nécessaires au niveau des organes.

Les formes graphiques de représentation de la circulation du sang peuvent aussi s'ériger en obstacles car ils sont porteurs à la fois d'une conception à la fois mécanique de distribution sanguine par circuit fermé et nutritive de la circulation du sang.

3.1.4. Des obstacles dans la représentation graphique d'un modèle de la double circulation

La circulation sanguine met en jeu des mécanismes abstraits non visibles ou non perceptibles ; la transmission des connaissances dans ce domaine fait appel à des schémas. Des problèmes de figurabilité « *c'est-à-dire la possibilité de présenter sous forme iconique des objets abstraits ou non visibles* » (Lavarde, 1994) apparaissent alors. Plusieurs auteurs (Ducros, 1989 ; Lavarde, 1992) ont étudié le rôle des schémas dans la circulation. En repartant des travaux de Lavarde (1994) sur la figurabilité des schémas relatifs à la circulation sanguine, on peut mieux comprendre l'origine des schémas actuels trouvés dans les manuels scolaires et les difficultés qu'ils peuvent poser aux élèves.

Lorsque Harvey publie en 1628 *De motu cordis* expliquant le mécanisme de la circulation sanguine, les dessins qui accompagnent le texte de son livre viennent seulement en illustration des expériences prouvant le sens du mouvement du sang dans les vaisseaux sanguins (Harvey, 1869, 1990). Les autres figures qu'il a laissées correspondent simplement à des planches anatomiques. Aucun dessin ne vient matérialiser le circuit sanguin à l'intérieur du corps. L'absence de schématisation est à mettre en parallèle avec le fait que *le rôle* de la circulation n'est pas encore établi (Lavarde, 1994). La description que fait Harvey est une vision mécaniste de la circulation sanguine, cette fonction est isolée du reste du corps ; on n'en connaît pas le rôle.

Au XVIII^e siècle, les travaux sur la respiration amènent à considérer un lien physicochimique entre la circulation du sang et la respiration. D'après Lavarde, le premier schéma de la circulation du sang, et non un dessin de l'appareil circulatoire, est celui de Claude Bernard, schéma paru dans la *Revue des Deux Mondes*, le 1er mars

⁵⁴ L'obstacle est d'autant plus prégnant si l'on construit en premier l'idée de sang canalisé et pas la nécessité d'échanges avec les organes. Par exemple, Harvey élabore la théorie circulationniste dans une visée essentiellement mécaniste, il ne cherche pas à expliquer une quelconque distribution d'éléments (oxygène ou nutriments) aux organes : il décrit un système mécanique de distribution sanguine par circuit fermé. Concevoir une perméabilité des capillaires n'entre pas dans sa construction théorique ; il n'en a, à ce moment de l'élaboration théorique de la circulation du sang, pas besoin. C'est bien une théorie de la circulation du sang qu'il échafaude et pas une explication de la nutrition des organes, or la circulation du sang est une, parmi d'autres, fonction de nutrition et c'est bien cet aspect-là qu'il est demandé d'enseigner.

1865. Les schémas actuels, notamment ceux rencontrés dans les manuels du cycle 3, seraient tous issus, peu ou prou, de ce premier schéma mettant en correspondance la circulation du sang et la découverte du transport des gaz respiratoires par le sang. Les couleurs rouge et bleu voulaient indiquer un réseau particulier (sang artériel, sang veineux). A partir de cette époque, la différence de couleur du sang s'interprète comme une différence de composition chimique. Le schéma circulatoire ne correspond plus seulement au circuit du sang dans le corps ; il correspond à une fonction de distribution de l'oxygène dans l'organisme. C'est la fonction respiratoire, nutritive qui domine sur la fonction mécanique.

Finalement, tous les schémas désormais sont porteurs des deux types d'information. Un aspect mécanique, héritage des travaux de Harvey qui envisage le rôle de propulsion du sang dans un circuit clos où la circulation se fait à sens unique, et un aspect biochimique hérité des travaux du XVIII^e siècle sur la respiration et formalisés par Claude Bernard. Tous les schémas ne reprennent pas les codes couleurs anciens. Nous donnons ici un exemple d'un schéma tiré d'un récent manuel⁵⁵ dans lequel les couleurs utilisées sont deux rouges d'intensités différentes. Le code classique rouge et bleu est ici abandonné.

⁵⁵ « Les dossiers Hachette », Jack Guichard, Cycle 3, corps et santé, 2009, p.48.

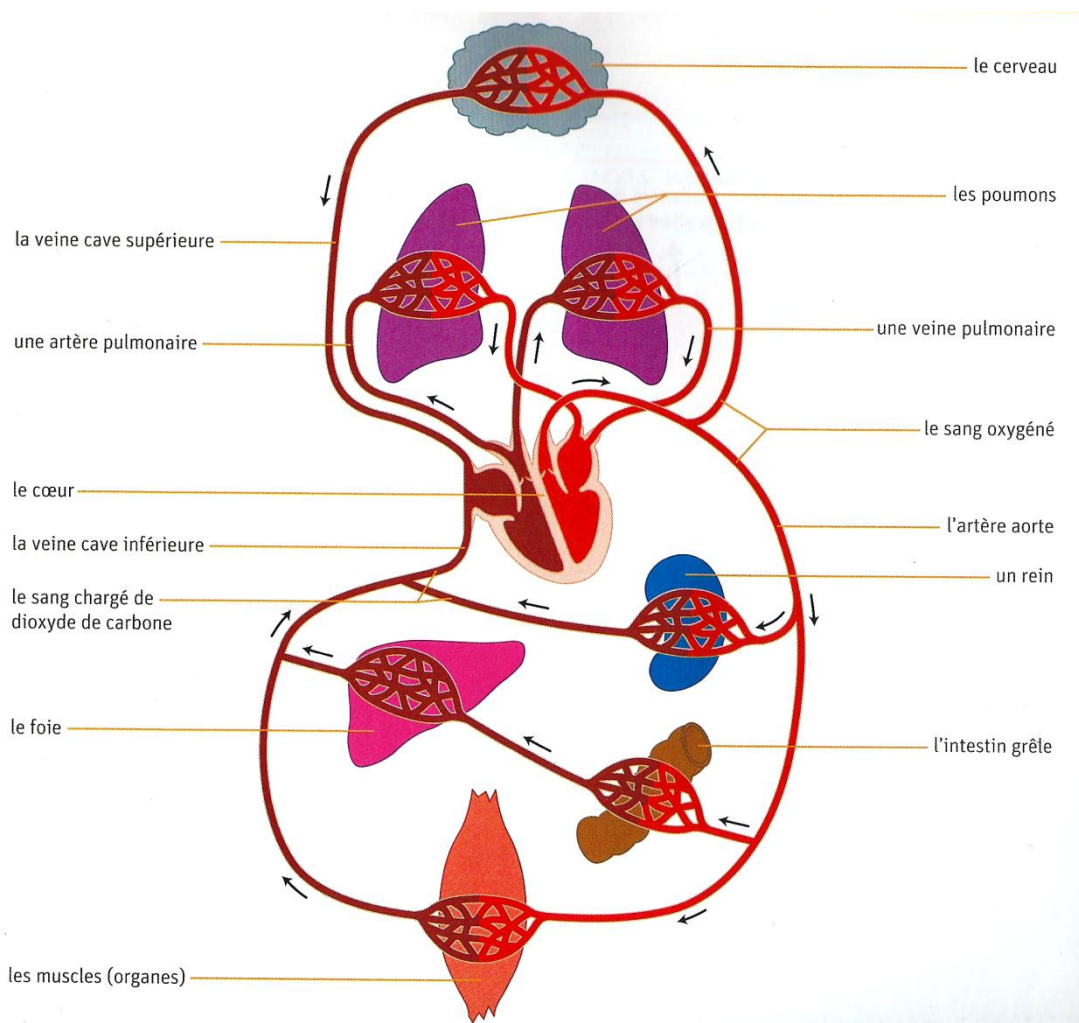


Schéma 1. Un exemple de schéma de la double circulation sanguine dans un manuel scolaire pour l'école primaire.

3.1.5. Conclusion

Ce schéma porte en lui-même une synthèse des éléments qui peuvent faire obstacle à l'apprentissage du concept de circulation du sang. On y trouve, en effet, la notion de sang endigué dans des vaisseaux dont certains très fins, les capillaires, favorisent les échanges d'oxygène, de nutriments et de déchets au niveau de deux surfaces d'échanges. Y est figurée également, par des flèches, l'idée d'une circulation à sens unique dans un système clos et le transport du dioxygène et de déchets. Nous reprenons dans le document synthétique suivant (cf. Tableau 1, ci-dessous, p. 72) l'ensemble des obstacles épistémologiques abordés dans cette section, en lien avec les concepts qui pourraient être visés et l'origine des difficultés posées aux élèves ; la colonne de droite de ce tableau récapitule ce qui peut être un enjeu pour le professeur dans son enseignement en fonction des obstacles.

Rapports possible des élèves à certains objets de savoir de la circulation du sang	Concept à atteindre	Origine possible des difficultés rencontrées par les élèves	Enjeu pour l'enseignant
Le sang n'est pas canalisé	Le sang est endigué dans tout le corps	Le primat de la perception : le sang « coule » quel que soit l'endroit où on se blesse	Faire passer les élèves de l'idée d'un corps réservoir de sang à un système de conduction du sang
Le sang est partiellement canalisé	Le sang est canalisé à l'intérieur de vaisseaux sanguins	Le primat de la perception : on voit des « veines » par transparence sous la peau	
Le sang va dans les organes et s'y perd : le système est ouvert	Le sang est endigué dans un système clos	En référence à des éléments quotidiens (une route, une rivière), le sang circule dans un conduit d'un endroit à un autre et s'y arrête	Bâtir l'idée d'un système fermé en évitant de faire des analogies non pertinentes avec des éléments du quotidien (type tuyau d'arrosage)
Le sang va aux organes et revient des organes par les mêmes tuyaux par va-et-vient	Le sang circule à sens unique, par un système d'aller et retour	Un même conduit (ou chemin) peut aussi bien servir pour l'aller et le retour dans un mouvement de flux et reflux	Construire la nécessité d'un trajet retour du sang par des « tuyaux » différents et en continuité
Les vaisseaux conducteurs du sang sont tous imperméables	Des tuyaux de gros calibres sont étanches et assurent le transport tandis que les capillaires qui ferment le système sont perméables au niveau des zones d'échanges	Analogie avec les propriétés connues des tuyaux, d'usage courant, à tous les conduits biologiques	Construire la nécessité d'échanges (en O ₂ , nutriments, CO ₂) au niveau des organes en général et des poumons en particulier
Pas de lien entre sang et cœur ou le sang stagne	Le cœur, sur le trajet du sang, met en mouvement le sang. Son anatomie impose un sens de circulation au sang	Attribuer au cœur un rôle moteur dans le système circulatoire	Construire la nécessité d'une organisation particulière du cœur (valvules, cloison interventriculaire)
Tous les vaisseaux sanguins sont des « veines »	Le sang se rendant aux organes, par les artères, est riche en O ₂ , le sang se rendant aux poumons, par les artères pulmonaires, est riche en CO ₂	Dans son acception courante, le terme de « veines » désigne tous les vaisseaux sanguins	Parvenir à l'idée que les artères transportent le sang qui part du cœur et les veines conduisent le sang qui revient au cœur
	Le sang revenant des poumons, par les veines pulmonaires est riche en O ₂ et le sang revenant des organes par les veines caves est riche en CO ₂		

Tableau 1. Tableau synthétique des obstacles épistémologiques relatifs au concept de circulation du sang.

La circulation du sang est un concept fondamental en biologie fonctionnaliste dans le champ des sciences physiologiques ; nous avons vu les liens que la circulation du sang entretient avec les autres fonctions de nutrition de l'organisme. S'intéresser à cet aspect de la biologie, c'est inscrire l'étude de cette fonction dans une certaine idée du vivant. La façon d'entrer dans ce concept est en partie une traduction de l'idée que l'on se fait du vivant.

3.2. Le concept de circulation du sang s'inscrit dans une certaine idée du vivant : les registres explicatifs du vivant

Les registres explicatifs ou cadres de références explicatives représentent un assemblage d'explications très générales et de principes structurants dans lesquels les explications du vivant sont produites. Ces cadres de références, habituellement utilisés, sont la plupart du temps non explicités et rarement conscientisés, notamment chez les jeunes élèves et pas toujours chez le professeur. Le concept de circulation du sang se comprend à l'intérieur de ces grands systèmes explicatifs.

L'histoire des sciences permet de repérer différents modèles qui ont servi ou servent encore comme cadre de référence pour envisager les phénomènes biologiques. Canguilhem distingue, dans l'article Vie de l'*Encyclopedia Universalis*, quatre modèles explicatifs différents dans lesquels le concept de vivant peut être appréhendé (Canguilhem, 1985, p. 806-813). La présentation succincte que nous faisons de ces modèles pourrait donner l'idée d'une gradation du modèle le plus simple vers le plus performant, il n'en est rien ; il est préférable d'envisager la construction du concept de vivant plus comme une mise en tension d'une pluralité de modèles que comme une progression linéaire sans à-coup. Nous envisageons d'abord deux visions du vivant : animisme et mécanisme qui « *constituent des modèles dominants* » (Rolland et Marzin, 1996, p. 61). Nous envisageons ensuite deux théories actuelles qui envisagent la vie comme organisation et comme information et bien que celles-ci soient plus récentes « *elles se rattachent au mécanisme, mais (...) l'animisme peut y réapparaître sous des formes plus ou moins déguisées (vitalisme, finalisme)* » (*Ibid.*).

3.2.1. La vie comme animation ; le modèle animiste ou vitaliste

Ce modèle est une conception ancienne datant d'Aristote (383-322 avant J.C). Pour ce dernier, le fonctionnement du corps est contrôlé par des forces immatérielles ou *Anima* (l'âme) qui anime la matière. Aristote distingue trois forces immatérielles. L'âme végétative ou nutritive, dont dépendent l'existence, la croissance et la procréation ; l'âme animale ou sensitive dont dépendent la sensibilité, le désir et la motricité, cette âme caractérise les animaux ; l'âme raisonnable ou pensante, propre à l'homme. L'âme met en forme la matière ; le positionnement d'Aristote est finaliste. Dans ce modèle, Aristote place le siège de l'âme rationnelle dans le cœur plutôt que dans le cerveau. En outre, celui-ci a un rôle privilégié ; il est le premier à se former et le dernier à disparaître.

Cette conception perdure jusqu'à la Renaissance, puis décline pour réapparaître au XVIII^e siècle sous la forme du vitalisme qui fait appel à un principe organisateur vital à l'origine des phénomènes du vivant. Le vitalisme reste une référence jusqu'au milieu du XIX^e siècle puis sera peu à peu remplacé au profit des modèles suivants.

3.2.2. Le modèle mécaniste

Descartes (1516-1650) s'écarte de toute référence à un principe d'animation et propose une position antifinaliste dans laquelle la vie est le résultat des propriétés et des mouvements des composants élémentaires de l'organisme. Ceux-ci sont décrits en les comparant à des machines et à des automates dont le moteur n'est pas une âme mais *la chaleur du feu qui brûle dans son cœur*. L'âme qui constitue cependant l'apanage de l'homme et gouverne sa pensée est séparée du corps dont le fonctionnement obéit à des principes physiques. Descartes a d'autant plus de facilité à développer ces idées mécanistes qu'Harvey décrit dans l'« *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* » en 1628 une explication hydrodynamique de la circulation du sang. Harvey donne au cœur une fonction mécanique en lui reconnaissant une identité anatomique et fonctionnelle. Et pourtant, pour Descartes, donner au cœur un rôle purement mécanique dans la circulation sanguine n'est pas chose simple ; « *un esprit pourtant mécaniste comme Descartes, (1596 – 1650), s'il admet la circulation du sang, pense que le mouvement du cœur n'est pas musculaire et que c'est par dilatation, vaporisation et subtilisation du sang qui tombe dans les cavités du cœur que la chaleur singulière du cœur devient source unique du mouvement général de l'organisme. Le cœur est un organe sans analogue, anatomiquement et physiologiquement, c'est un foyer, siège d'un feu continu, feu sans lumière, chaleur supérieure à celle de toute autre partie de l'organisme* » (Esperet⁵⁶, 2002). À l'intérieur même du registre mécanique du vivant que Descartes contribue à produire, l'auteur donne au cœur une place à part.

Précisons que dans ce modèle explicatif mécaniste qui fait voir les organismes vivants comme des machines dont certaines sont très perfectionnées, il faut aussi imaginer un suprême « constructeur » à ces machines qui ne peut être que Dieu. En outre, comme le note A. Rolland et P. Marzin : « *les critères de vie dans cette conception pourraient être la possession d'organes ayant une fonction, ainsi que le fonctionnement automatique, le mouvement. Mais toute machine répond à ces « critères » : il n'y a donc de critères de vie !* » (Rolland et Marzin, 1996, p. 64).

Des approches de la circulation du sang dans une vision biophysique envisageant le système vasculaire comme une série de tuyaux transportant un liquide peut être une approche développée dans ce cadre mécaniste.

3.2.3. Le modèle de l'organisation

Dans ce modèle explicatif de référence, le fonctionnement de l'organisme dépend de l'interaction entre les organes qui contribuent tous à un même but. La vie dans cette conception est à considérer comme une intégration d'éléments dans un tout englobant flexible et adaptable. Quelques grands principes régissent ce modèle : l'existence d'un ordre qui définit l'organisation de la matière et la notion de mémoire à l'origine de l'assemblage des unités vivantes élémentaires. Les travaux de C. Bernard (1813-1878) sur le milieu intérieur par exemple sont inscrits dans cette conception ainsi que la théorie cellulaire. A. Rolland et P. Marzin précisent : « *La théorie de l'organisation fonctionne actuellement dans un cadre dominant mécaniste*

⁵⁶ Thèse de Christiane LABBE ESPERET (Modélisation et conceptualisation : l'exemple du cycle du carbone. Université de la Réunion, UFR de biologie, juillet 2002. Thèse consultée le 10/01/2011 à l'adresse : <http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/labbe-esperet.pdf>

et non finaliste, où le vivant suit les mêmes lois physico-chimiques que l'inerte » (Rolland et Marzin, 1996, p. 65).

3.2.4. La vie comme information

Dans cette conception, datant du XX^e, un être vivant est un système dynamique ouvert qui tend vers un équilibre en maintenant des constantes contre les perturbations qui l'affectent. Toutes les interactions dynamiques entre les différents éléments sont à envisager dans le cadre d'un réseau complexe. C'est donc une approche systémique qui sous-tend cette conception du vivant. Dans ce cadre de référence, le vivant, système ouvert interagissant avec le milieu extérieur, s'auto-conserve, s'autorégule et est capable d'autoreproduction grâce à la détention de la molécule d'ADN, source d'ordre biologique et détentrice d'informations. Information, principes de la thermodynamique et de la cybernétique sont en lien dans cette conception. Le modèle cybernétique permet d'ailleurs d'interpréter les mécanismes de régulation par l'existence d'un réseau de communication intégrant l'existence d'une rétroaction.

Après ce rapide survol des grands champs explicatifs du vivant, on peut noter un dualisme entre animisme et mécanisme, l'animisme survalorisant la vie et le mécanisme la dévalorisant. Actuellement c'est une vision cartésienne, matérialiste et mécaniste qui domine la biologie en envisageant un vivant organisé en cherchant dans les lois physico-chimiques les lois de cette organisation. Ce parti s'oppose à une option finaliste qui chercherait les causes de cette organisation.

En lien avec une vision des savoirs selon laquelle ceux-ci sont contextualisés, on peut formuler que le concept de vivant ne peut être défini qu'à un moment donné, dans un cadre théorique donné et d'un point de vue philosophique donné. Il y a donc cohabitation de différents registres à propos du concept de vie. Cette cohabitation peut être source de difficultés pour les élèves dans leur construction du concept de vie.

Enseigner le concept de la circulation du sang n'est pas indépendant de l'idée de vivant et du registre explicatif dans lequel est envisagé le vivant. Ces éléments sont des repères pour comprendre les pratiques conjointes, autour d'un concept de la biologie, que nous serons amenée à analyser dans la partie empirie. L'enseignement et l'apprentissage qui se fera (ou pas) de ce concept s'inscrit dans un modèle du vivant conscientisé ou plus sûrement non conscientisé.

4. Conclusion

Ce chapitre a permis de revenir sur les différentes interprétations qui pouvaient être faites des préconisations officielles pour le cycle 3 de l'école élémentaire concernant la circulation du sang, celles-ci étant peu précises et n'explicitant pas les sous-basements épistémologiques qui les fondent. Nous avons vu que les savoirs en jeu ne sont pas équivalents selon les centrations épistémiques choisies (biophysique, éducation à la santé ou nutrition). Les façons d'organiser et d'enchaîner les savoirs entre eux et les pratiques qui leur donne naissance ne seront bien sûr pas les mêmes non plus en fonction des choix épistémologiques faits par le professeur (épistémologie empirico-inductiviste ou constructiviste). Ainsi, faire le choix de privilégier certains aspects de la circulation du sang en se positionnant sur une centration épistémique ou une autre s'accompagne aussi de choix dans les démarches proposées pour entrer dans ces concepts (expliquer des phénomènes ou les décrire) ; la nature des savoirs produits ne peut pas être la même. Les langages qui accompagnent les modalités de constructions des connaissances n'auront pas non plus les mêmes fonctions. Enfin, les

registres explicatifs du vivant en référence auxquels les savoirs de la circulation du sang prennent naissance sont aussi multiples.

Au final, ce chapitre nous a permis de nous doter d'indicateurs de lecture des pratiques conjointes sur le plan des contenus abordés, sur le plan de l'épistémologie dans laquelle ces contenus sont abordés, sur le plan de la place faite aux langages pour servir la construction de quels types de savoir et enfin sur le plan du registre de référence dans lequel ces savoirs s'inscrivent. Enfin, nous avons vu quels obstacles pouvaient, pour les élèves, jalonner leur parcours d'apprentissage, quelles étaient les ruptures nécessaires à partir desquelles un apprentissage de la circulation du sang est possible. Ces indicateurs concernent autant les élèves que les professeurs.

Chapitre 4. CONTEXTUALISATION DES QUESTIONS DE RECHERCHE ET CHOIX DES ÉTUDES DE CAS

Parvenue à la fin des chapitres fixant notre cadre théorique et ayant procédé à la construction de la problématique de recherche, nous pouvons reformuler les questions de recherche en fonction des dernières analyses produites relativement aux programmes de l'école, aux obstacles épistémologiques de la circulation du sang et aux positionnements épistémologiques éventuels mis en œuvre au cours de centrations épistémiques variées. Nous justifierons ensuite le choix des études de cas menées.

1. Formulation des questions de recherche

Notre objectif est de produire des connaissances sur les pratiques conjointes et leurs déterminants à l'école élémentaire relativement à l'enseignement d'une thématique au programme du cycle 3 concernant un aspect de la biologie fonctionnaliste, la circulation du sang.

Au cours du premier chapitre, nous avons montré notre intention d'introduire des éléments venant des élèves comme déterminants de l'action conjointe en train de se jouer *in situ*. Nous avons montré que le rapport aux savoirs était un bon candidat à cette intention. Nous avons précisé que les rapports aux objets de savoir des élèves, que nous pensons pouvoir inférer des analyses *in situ*, pouvaient être des déterminants pertinents à prendre en compte, et nous avons souhaité les compléter par la prise en compte du rapport à *l'apprendre* des élèves, ce rapport étant en quelque sorte distancié par rapport à l'action en train de se faire dans le jeu *in situ*.

Avec les cadrages théoriques du chapitre 3, nous disposons de repères épistémologiques, institutionnels et didactiques qui vont nous permettre de mieux saisir les jeux d'apprentissage que nous avons la charge de délimiter, expliquer et comprendre à la lumière de certains déterminants professoraux ou élèves. Nous disposons d'éléments nous permettant de comprendre comment les enseignants peuvent envisager la complexité des savoirs de la circulation du sang et les conditions de leur production conjointe à l'intérieur de quelle centration privilégiée et en fonction de quelles connaissances sur la construction des savoirs. Nous disposons également de repères institutionnels qui vont nous permettre d'appréhender avec profit l'analyse du travail conjoint que nous devons mener, en comprenant quelles peuvent être les influences des commandes institutionnelles ou au contraire leur mise à l'écart. Nous avons également les moyens de repérer dans quel(s) registre(s) explicatif(s) du vivant se déploie l'action conjointe.

Nous avons ensuite repris de travaux anciens de didactique des SVT, un certain nombre d'obstacles épistémologiques relatifs à la circulation du sang qui guideront utilement nos analyses. Nous pouvons désormais estimer que des jeux d'apprentissage autour de la circulation du sang peuvent être très variés selon les orientations épistémiques choisies et que par conséquent, les obstacles traités, ou non d'ailleurs, et les types de savoirs en jeu dans le travail conjoint sont potentiellement aussi très variés. Les épistémologies dans lesquelles ces jeux seront produits sont aussi potentiellement très variées. Il s'agira de repérer quels savoirs seront traités dans les classes sous observation, de quelle manière, à quelles fins, dans quelle épistémologie. Armée de ces éléments de référence, nos questions deviennent les suivantes.

- En menant une analyse *in situ* des pratiques conjointes à l'aide des outils de la TACD, notamment le triplet des genèses et des éléments des régulations professorales, nous allons pouvoir délimiter et caractériser des jeux d'apprentissage autour des savoirs de la circulation du sang. En procédant à une analyse des jeux que nous avons la charge de délimiter, au cours du déroulement de l'action conjointe, peut-on repérer des éléments caractéristiques des pratiques conjointes sur le plan du triplet des genèses et quant à la nature des savoirs de la circulation du sang travaillés ? Quels aspects de la circulation du sang sont privilégiés dans l'enseignement et l'étude, quels aspects en sont absents ? En fonction de la nature des jeux et de leur agencement, dans quelle épistémologie peut-on caractériser ces jeux ?
- Quelle est la nature et l'importance des déterminants que l'on peut inférer de la description des pratiques ? Certains des éléments caractéristiques des pratiques conjointes autour de jeux épistémiques particuliers peuvent-ils alors prendre sens en les regardant à la lumière de déterminations professorales comme le rapport aux objets de savoir en lien avec une ou des centration(s) épistémique(s) mais aussi l'épistémologie pratique et l'activité adressée ? Cette compréhension des pratiques conjointes peut-elle être affinée si on prend en compte les rapports aux savoirs et à *l'apprendre* d'élèves à propos de la circulation du sang ?

2. Le choix des études de cas

Il nous a semblé judicieux de mener ces recherches dès l'école élémentaire où les élèves sont en train de construire les relations qu'ils entretiennent (ou entretiendront) avec les sciences et avec des maîtres qui n'ont pas en charge que l'enseignement des sciences. Nous avons choisi de suivre trois classes dans lesquelles interviennent trois enseignants polyvalents, que nous avons choisis sur la base de leur formation initiale très différente, et pour lesquels nous pouvons penser qu'ils auront des déterminants contrastés ; nous faisons l'hypothèse que cela produira des « effets » didactiques particuliers. Cette hypothèse nous semble particulièrement importante à tester depuis notre position de formatrice d'enseignantes et d'enseignants, notamment depuis que la formation professionnelle des enseignants du premier degré semble désormais essentiellement axée sur des savoirs disciplinaires très typés selon la formation universitaire initiale. Cette hypothèse implique d'observer des professeurs de formation littéraire et de formation scientifique et d'aller rechercher les rapports aux objets de savoirs des enseignants, relativement à la circulation du sang, à partir de l'enseignement des sciences (et de quelle science?).

Compte tenu de la variété des soubassements épistémologiques dont nous avons fourni une esquisse précédemment, nous faisons l'hypothèse que des professeurs de formations initiales différentes donneront à voir des modalités de constructions de situations didactiques différentes. C'est donc dans l'étude de cas contrastés que nous recherchons une validité au modèle proposé dans la première partie de cette matrice théorique, de sorte à repérer s'il est pertinent de modéliser une prise en compte du rapport aux savoirs des élèves pour affiner notre compréhension des pratiques conjointes. Nous proposons d'abord d'analyser les pratiques dans une

classe dans laquelle le professeur a une formation en psychologie, puis nous engagerons deux études sur deux classes où interviennent des professeurs maître-formateur, l'un de formation littéraire, l'autre de formation scientifique en posant comme hypothèse que les classes nous donneront à voir des situations suffisamment contrastées pour que des déterminants professeurs et élèves permettent une lecture enrichie des analyses didactiques.

Présentons la méthodologie de travail pour répondre à nos questions de recherche : que se joue-t-il dans l'action conjointe d'enseigner et d'apprendre la circulation du sang au cycle 3 ? Peut-on inférer des éléments de ce qui se joue dans cette action conjointe avec des déterminants professoraux ou étudiants ?

PARTIE N° 2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

La deuxième partie de ce mémoire de recherche est entièrement réservée à l'explicitation de la méthodologie mise en œuvre pour tenter de répondre à nos questions de recherche, c'est-à-dire pour observer et décrire à des fins de compréhension, l'enseignement et l'apprentissage « ordinaires » (Leutenegger, 2008) puis en inférer un certain nombre de déterminants explicatifs des pratiques. La méthodologie produite dans le cadre de ce mémoire est largement inspirée des travaux de l'école genevoise (Schubauer-Leoni et Leutenegger, 2002) et devenue classique en didactique comparée, notamment.

L'option méthodologique générale est celle d'une analyse ascendante des jeux *in situ*. En estimant que les déterminants ont une influence sur ce qui se passe *in situ*, nous pensons inférer leur présence et leur nature à partir de l'analyse fine des jeux conjoints dans la classe. Nous construisons pour cette méthodologie un corpus principal, relatif à tous les indices prélevés dans la classe et un corpus associé relatif à des traces obtenues hors la classe. En menant l'enquête, à la recherche d'indices dans chacun des corpus, nous procédons à une reconstruction des faits didactiques, guidée par nos questions de recherche et au final, nous produisons une observation didactique de type clinique.

Dans un premier chapitre, nous exposons les principes généraux qui président à la méthodologie et nous explicitons la manière dont nous construisons les données dans le chapitre suivant. Le volume très important des données construites oblige à un traitement précis et une condensation rigoureuse que nous exposons dans le chapitre 3. Nous y expliquons notamment les raisons qui président à la production de l'analyse *a priori*, nous expliquons les modalités de reconstruction des faits didactiques, depuis les analyses méso didactiques jusqu'aux analyses micro didactiques et enfin nous exposons les modalités de repérage des déterminants professoraux et élèves.

Une mise en lien définitive entre les objets de recherche, dégagés dans la première partie du mémoire, et la méthodologie, ici présentée, sera produite sous forme synthétique pour conclure les deux premières parties de cet écrit avant d'aborder les études empiriques.

Chapitre 1. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

Observer un système didactique ordinaire suppose d'étudier ce qui a trait à chacun des sous-systèmes (enseignant, élèves, objet d'enseignement) tout en conservant l'entité système comme unité théorique insécable, ceci afin de repérer les interactions en son sein. C'est bien l'étude des relations ternaires en situation didactique et non les individus en eux-mêmes qu'il nous importe d'analyser.

Contrairement à d'autres approches didactiques, nous ne mettrons pas en place une ingénierie didactique qui prévoit des tâches ou des modalités de fonctionnement particulières, car cela va à l'encontre de notre problématique et ne permet pas de répondre à nos questions de recherche. C'est pourquoi, nous souhaitons observer des séances ordinaires dont le contenu sera non négocié et sous l'entière responsabilité de l'enseignante. Dans ce cas,

« On ne cherche pas à agir immédiatement sur les objets enseignés pour tenter de les modifier, mais on essaie plutôt de comprendre le fonctionnement en situation d'objets que les enseignants ont pour tâche d'enseigner dans le cadre de leur pratique courante » (Leutenegger, 2000, p. 212).

Pour bâtir les analyses, nous nous inspirons largement du prototype méthodologique de Leutenegger (2003) en l'adaptant à nos ambitions de recherche. Cette méthode propose un système de protocoles mettant en correspondance différentes pièces de corpus.

« Le corpus constitue un système de traces qui joue le rôle de « discutant » des faits observés. L'analyse relève d'une forme d'enquête qui procède par *questionnement réciproque* des différentes pièces du corpus et des différentes traces qu'il comporte. Cette analyse se développe selon un ordre ascendant [...] en cherchant, par induction, à « remonter » à différents faits susceptibles d'étayer la compréhension de cette trace particulière » (Leutenegger, 2003, p. 560).

Au final, la mise en perspective des différents éléments retenus débouche sur la construction de phénomènes didactiques.

Pour ce faire, il s'agit d'articuler deux types d'analyse : une analyse portant sur un corpus principal correspondant à la situation de classe observée -qui permettra de produire l'analyse *in situ*- et une analyse portant sur un corpus associé informant du point de vue des acteurs, comprenant des éléments qui permettent d'approcher des déterminants des acteurs dont leurs rapports aux objets de savoir (mais aussi l'épistémologie pratique du professeur et son activité adressée). Il s'agit alors de rechercher des indices dans les différents corpus et de mettre à jour des inférences (Sensevy, 2008) pour procéder à des interprétations de faits didactiques. La validation d'une hypothèse émise à partir d'un élément ponctuel du corpus est possible par le croisement des différentes données disponibles. Ce procédé s'apparente aux *techniques de validation par triangulation*, (techniques utilisées en sciences humaines et sociales pour le traitement qualitatif des données (Van Der Maren, 1996, p. 85) et il semble ainsi qu'une triangulation des données puisse amener à une plus grande validité des résultats. La stratégie par triangulation permet de vérifier la justesse et la stabilité des résultats produits (Leutenegger, 2003). La triangulation renvoie à plusieurs procédés que nous rappelons ici :

- Principe de rétroaction : ce principe rend compte de l'effet d'« après-coup » dont relèvent les analyses. Archiver les traces et les confronter permet de reconstruire une temporalité propre à l'analyse des faits didactiques. Chercher *a posteriori* des indices dans les différents corpus relève davantage d'une analyse spiralee que d'une analyse linéaire.
- Principe de questionnement réciproque des traces : on procède par des comparaisons systématiques entre les éléments observables et les interprétations que l'on peut en faire. L'articulation se fait sur deux plans d'analyse : celui du chercheur (analyse extrinsèque) et celui des acteurs (analyse intrinsèque).
- Principe de symétrie : chaque fait didactique et chaque acteur sont considérés comme légitimes dans la construction d'éléments signifiants pour l'analyse.

Il ne s'agit pas tant de multiplier les informations mais de croiser entre elles les données (Leutenegger, 2008).

Compte tenu de notre problématique – comprendre les pratiques conjointes et leurs déterminants - il est indispensable de mettre en avant, au sein de notre analyse, des objets à observer relatifs aux jeux pratiqués *in situ*. Ces observables seront puisés dans la séquence didactique, ou corpus principal, et ce que nous pourrons « lire » de cette analyse sera corroboré ou non par des éléments issus du corpus associé comprenant des éléments externes à la situation proprement en train de se jouer. Un travail important de la thèse consiste donc à produire une analyse *in situ* à l'aide des descripteurs fournis par la TACD et donc d'identifier les jeux joués.

Dans un deuxième temps, nous procéderons au repérage de déterminants pour tenter d'expliquer les pratiques. Ce repérage prend appui sur une analyse fine de l'action *in situ* produite préalablement et sur les entretiens menés avec les acteurs. Ce sont essentiellement les indices du corpus associé qui nous permettront des mises en relation, si celles-ci existent, avec les données de l'analyse interne, *in situ*.

Il s'agit donc d'une observation didactique de type clinique où l'on reconstruit les faits non pour relater mais pour tenter d'expliquer et comprendre la progression de l'objet de savoir dans le système d'enseignement/apprentissage. Nous avons bien conscience que le rapport à l'objet d'échange dans la classe n'est pas exactement le même pour nous, chercheur, pour le professeur de la classe, ni même pour tous les élèves. Il s'agit bien d'un « reconstruit » des faits didactiques en fonction de nos questionnements de départ. Tous les événements ou faits didactiques observés que nous reconstruirons par l'analyse prennent une signification par rapport à nos questionnements et à nos questionnements seulement.

Mais nous avons bien aussi conscience que notre intrusion dans un système scolaire n'est pas sans retombées sur le système étudié et que selon Bru (2002, p. 170),

« Les pratiques observées ne sont pas toujours assimilables aux pratiques habituelles d'un enseignant, ce sont seulement des pratiques constatées sous les conditions de l'observation ».

La recherche a elle-même valeur d'intervention sur le système et ce que nous recueillons l'est en situation d'observation (Leutenegger, 2000). Du coup, l'approche est certes clinique mais comporte aussi une très légère dimension expérimentale car nous imposons aux professeurs qui entrent dans le dispositif de la recherche, la thématique de la circulation du sang, ainsi « *les observables sont dès lors à rapporter*

à leurs conditions de production en cherchant à comprendre le rôle possible du dispositif dans l'émergence de ces observables » (Leutenegger, 2008, p. 49).

Finalement, la méthodologie que nous mettons en œuvre est une méthodologie de type ascendant avec mise en inférence de deux corpus, un relatif à la séquence didactique et un relatif aux éléments externes à la classe. Développons un peu plus les principes méthodologiques qui sous-tendent la constitution des deux corpus.

Chapitre 2. CONSTRUCTION DES DONNÉES

1. Dispositif de recherche

Nous observons trois classes, qui représentent autant de systèmes didactiques à comprendre, sur une durée suffisante pour que la thématique complète de la circulation du sang au CM2 soit abordée. Le choix a été fait de suivre cette thématique dans sa totalité car la séquence est une unité d'analyse qui nous paraît pertinente en didactique quand il s'agit de s'intéresser aux « *conditions de transmission de savoirs dans une institution spécialisée* », l'école (Ronveaux et Schneuwly, 2007). La première étude empirique porte sur une classe dont le professeur a une formation en psychologie, la deuxième classe a un professeur de formation littéraire et la troisième classe est gérée par un professeur de formation initiale spécialisée en biologie. Les classes travaillent sur le même sujet, rappelons-le, imposé, la circulation du sang, et qui constitue de la sorte, la légère dimension expérimentale du dispositif.

Le dispositif de recherche est commun aux trois classes. Il permet de réunir des données en relation avec notre cadre théorique : « *la donnée est une construction du chercheur qui la transforme en faits saillants qu'il peut traiter, analyser, interpréter et à partir desquels il nourrira sa théorie, construira des résultats* » (Guernier, 2006, p. 19). Le dispositif est résumé dans le document suivant.

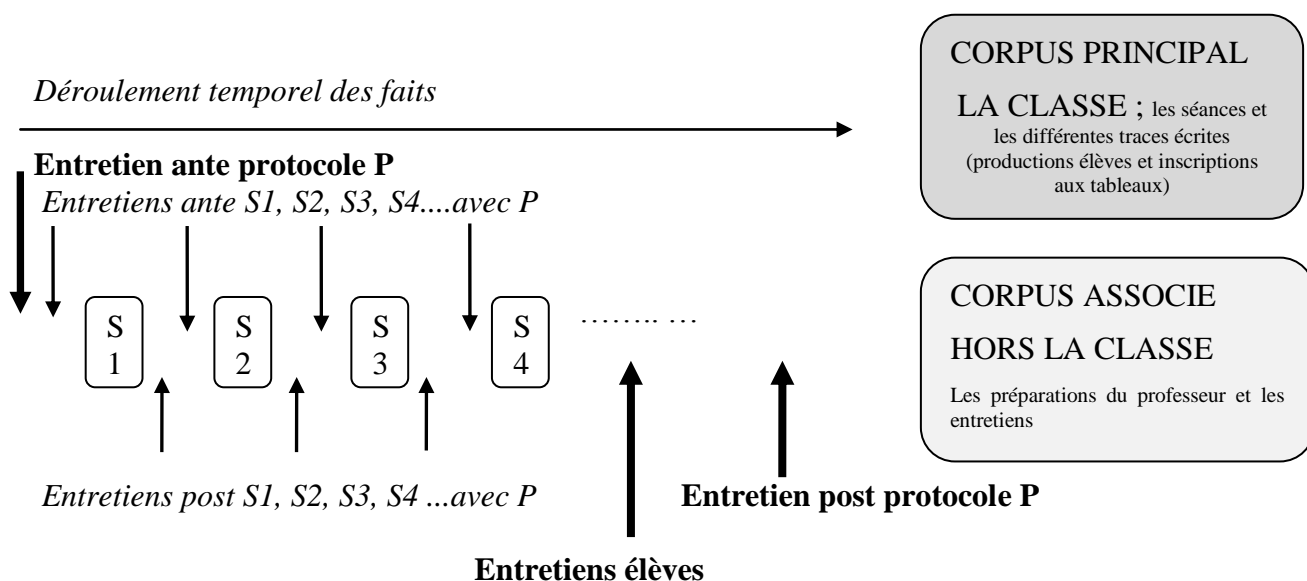


Figure 6. Organisation du dispositif de recherche dans les classes.

2. Les traces recueillies

2.1. Le corpus principal : la situation de classe

Ce corpus comprend des traces en prise directe avec les événements de la classe. Ce sont essentiellement les vidéos des séances et leur transcription ainsi que les traces écrites des élèves, les notes au vol, bref, les documents recueillis en situation de

classe. Ce corpus sert de base à l'analyse didactique des séances lorsque nous délimiterons les jeux, en les cernant dans leurs dimensions chronogénétiques, topogénétiques et mésogénétiques (triplet des genèses), ainsi qu'à l'aide des techniques professorales mises en jeu (quadruplet).

2.1.1. La vidéo de la séquence sur la circulation du sang

Nous savons bien que les caméras introduisent un changement dans les classes où l'on filme et que la caméra modifie l'observation par modification du comportement des acteurs. Cependant, nous avons utilisé ce procédé qui consiste à filmer des séances en classe, car « *en limitant raisonnablement sa contamination de la situation* » (Van der Maren, 1996 p. 300), une vidéo a l'avantage de permettre les reprises de l'observation et donc les contrôles. Filmer n'exclut pas cependant une prise de notes manuscrites ou notes « au vol » ; nous avons eu recours à un tel procédé lors de l'observation des séances.

L'élément central des données correspond aux séances vidéoscopées de la totalité de la séquence sur la circulation du sang, dans trois classes de cycle 3 de l'école primaire en France (soit 16 heures d'enregistrement). Nous disposons d'une caméra orientable sur pied dans la classe. Toutes les séances ont été filmées, la caméra suivant l'enseignante et les élèves intervenant lors des interactions. En travaillant sur la durée de la séquence, distance qui nous paraît adéquate pour notre recherche, nous pensons en outre que les élèves et les professeurs vont s'habituer au fil des séances à la caméra, au personnel technique d'enregistrement et au chercheur afin de limiter les effets d'« étrangeté ». Les séances filmées ont été numérisées puis mises sur support DVD afin de travailler au découpage des séances sur ordinateur et assurer leur transcription.

Nous avons pris toute une série de notes « au vol » durant ces séances, sur des éléments qui semblent majeurs en regard des questions de recherche. Elles seront importantes pour structurer notre analyse didactique *in situ* dans un premier temps ; ces notes prises en direct représentent une vision « à chaud » que nous reprendrons par la suite pour organiser l'analyse des séances et reconstruire les événements didactiques.

La retranscription complète des échanges verbaux lors des séances est disponible en annexes⁵⁷. Ces retranscriptions, tout comme les vidéos, serviront tout au long des analyses et notamment pour la sélection des extraits que nous citerons dans la partie empirique et sur lesquels nous produirons une analyse microdidactique.

2.1.2. Les traces écrites des élèves

En faisant l'hypothèse qu'il existe un lien fort entre les systèmes explicatifs des élèves et leurs productions écrites, que nous considérons comme « *des traces de l'activité intellectuelle des différents acteurs et des marques de leur pratiques des savoirs* » (Orange-Ravachol, 2010, p.50), nous adjoignons à ce premier corpus les tests, traces écrites et évaluations des élèves. Toutes ces traces sont donc des indices pour inférer la façon dont pensent les élèves, mais nous savons bien que même si ces productions écrites ou orales nous donne un moyen de faire le lien avec la pensée des apprenants, cela ne peut en être le reflet ou une copie exacte ; plus modestement nous

⁵⁷Le lecteur est invité à consulter le sommaire du tome 2 de ce mémoire regroupant les annexes.

disons que ces traces ont *quelque chose à voir avec ce que les élèves pensent* (Lhoste, 2006, p. 84).

C'est en partie à partir de ce corpus que l'on pourra faire émerger ce que les élèves font en situation de classe avec les savoirs ; ce sera un moyen d'accéder à leur rapport aux objets de savoir à partir de l'usage qu'ils font des savoirs en situation scolaire.

A ces traces on ajoute aussi les écrits au tableau noir ou tableau blanc, les affiches, bref les écrits produits en situation de classe.

2.2. Le corpus associé

Il comporte des éléments associés à ce qui se joue dans la classe ; ce sont les préparations des professeurs et des entretiens menés avec eux et avec les élèves.

2.2.1. Les préparations du professeur

Nous recueillons en premier lieu les préparations que les professeurs des classes ont bien voulu nous fournir ; elles permettent d'anticiper en partie ce qui va se dérouler dans la classe et serviront à produire une importante analyse *a priori* dont nous développons les principes un peu plus loin, dans la partie traitement des données (cf. Chapitre 3.1. p. 95)

2.2.2. Les entretiens avec le professeur

Tous les entretiens sont individuels et semi-dirigés ou à canevas (Bardin, 1^{ère} éd., 1977, p. 93) ; nous prenons en compte les réponses faites par les interviewées pour moduler si c'est nécessaire certaines questions de notre grille d'entretien ; il s'agit donc d'un échange que nous n'aurions pas eu si nous avions procédé par un questionnaire écrit ou un entretien dirigé. Les entretiens sont bâtis *a priori* sur certaines catégories en rapport avec nos axes de recherche et ce sont ces mêmes catégories qui serviront pour leur analyse. Les entretiens ante séance et post séance des professeurs cherchent à repérer des éléments en lien avec les jeux possiblement à jouer en vue de l'analyse didactique et à inférer de ces entretiens des déterminants professoraux relativement au sujet traité dans les classes. Pour mieux comprendre ce qui se joue dans les classes, on complète le corpus avec les entretiens ante et post protocole avec le professeur. Tous les entretiens sont enregistrés et retranscrits.

2.2.2.1. L'entretien ante protocole

C'est le premier dans le dispositif de recherche. Pour cette entrée en matière et pour créer de bonnes conditions d'élaboration du discours des professeurs nous avons laissé les professeurs s'exprimer librement sur le contexte de l'école, puis sur le contexte de la classe, ensuite quelques questions ont dirigé l'entretien. Les catégories *a priori* régissant l'entretien semi-dirigé cherchent à explorer des déterminants professoraux. L'exploration de ces informations se fait à l'aide d'un certain nombre de questions que nous listons ici.

Concernant le ROS du professeur :

Comment envisages-tu globalement le travail à venir ? Comment as-tu appris le sujet que tu vas traiter ? Depuis longtemps ? Dans quelles conditions ?

Concernant les théories implicites du professeur sur l'enseignement :

De quelle façon enseignes-tu ce sujet aux élèves ? Prévois-tu des difficultés, des aides particulières, lesquelles ? Comment sont conçues les séances de sciences ? Avec quel matériel ?

Relativement à l'apprentissage :

À ton avis, comment les élèves apprennent-ils ce sujet en particulier ou les sciences en général ? Doivent être actifs en classe, de quelle façon ? Penses-tu les faire observer, écrire, modéliser, etc. ?

Concernant la démarche d'investigation :

Quelle est ta déclinaison personnelle de la démarche d'investigation ? Comment la comprends-tu ? Qu'est-ce qui te semble incontournable dans cette démarche ? Comment la mets-tu en œuvre ?

2.2.2.2. L'entretien ante séance du professeur

Les catégories *a priori* régissant les entretiens ante semi-dirigé cherchent à explorer ce qui peut advenir dans chacune des séances. Nous avons fait préciser aux professeurs les objectifs de travail, les tâches prévues et le rôle des travaux de groupes dans la première séance. Voici quelques questions organisatrices de l'entretien axées autour du triplet des genèses et des contrats pour permettre la compréhension du jeu *in situ* :

Peux-tu me dire le ou les contenus que tu souhaites aborder ?
Est-ce qu'il y a des tâches particulières que tu prévois pour les élèves ?
Est-ce que tu prévois des difficultés dans le travail des élèves ?

Ensuite, nous avons demandé à chaque professeur d'établir le squelette des séances à venir ainsi que les contenus qui lui paraissent les plus importants à mettre en place.

2.2.2.3. L'entretien post séance du professeur

Un entretien post séance a eu lieu après les séances, dans la mesure du possible (disponibilité des professeurs et du chercheur). L'entretien post séance a pour but de récupérer à chaud les explications du professeur sur ce qu'il venait de se passer dans la classe et éventuellement de pointer des différences avec la préparation fournie ; enfin nous souhaitions l'interroger sur la suite du travail avec les élèves, toujours dans le but de comprendre au mieux ce qui se joue dans la classe et pour tenter de le relier à des déterminants de l'action. Des questions directrices ont été les suivantes :

A partir de ce que tu m'as dit, la séance s'est-elle passée comme prévu ?
Penses-tu avoir atteint les apprentissages que tu visais ?
Quel bilan fais-tu à l'issue de cette séance ? Peux-tu envisager la suite ?

Au fil de l'entretien, nous avons été amenée à poser des questions plus précises en fonction de nos notes prises « au vol » pendant l'observation des séances et des interactions repérées entre le professeur et des élèves particuliers que nous avons pu noter au fil de l'action dans la classe.

2.2.2.4. L'entretien post protocole

Pour chaque classe, nous organisons une confrontation du professeur avec la vidéo quelques semaines après avoir filmé la séquence. Il s'agit en fait d'un entretien rétrospectif à partir de questions et du visionnement de quelques enregistrements. Nous souhaitons compléter notre analyse didactique que l'on peut qualifier d'extrinsèque avec le point de vue de l'enseignant qui développe, lui, un point de vue intrinsèque. Il peut être intéressant de confronter les observables de l'acteur-enseignant avec ceux du chercheur car l'un ou l'autre point de vue n'épuise pas l'analyse du réel.

Le professeur gère à son gré le déroulement du film de la séquence que nous lui proposons de visionner. Toutefois quand certaines interactions particulièrement significatives (de notre point de vue) ne font pas l'objet de commentaires, nous relançons la verbalisation afin de confronter nos analyses respectives.

A part les faits didactiques que nous considérons comme saillants dans la séance et sur lesquels nous souhaitons obtenir l'avis du professeur, il est difficile de fournir une trame préalable de l'entretien rétrospectif. Il s'agit plutôt d'un entretien non directif (Bardin, *id.*) au cours duquel nous enchaînons sur des remarques du professeur ou l'amenons à développer certains éléments apparus au cours de l'entretien.

Le lecteur pourra trouver tous les entretiens des professeurs retranscrits *verbatim* en annexes⁵⁸.

2.2.3. Les entretiens post séance avec des élèves

Afin de faire passer des entretiens post séance à certains élèves et non à totalité de la classe, ce qui se révèle tout simplement impossible dans le cadre de cette recherche, nous avons mis au point un dispositif méthodologique pour le repérage d'élèves qui subiront ces entretiens. Pour cela, nous mettons en congruence trois systèmes de repérage des élèves, un qui vient plutôt du professeur, un qui vient des élèves et un qui vient du chercheur. Nous utilisons :

- D'une part un *dispositif de « carottage »* (Schubauer-Leoni, Leutenegger, 2002, p. 243). Au cours de l'entretien général avec le professeur de la classe, celui-ci, sur notre demande, désigne des élèves qui sont « remarquables » dans la classe soit parce qu'ils participent, sont moteurs sur les séances de sciences et, peut être, sur ce sujet de la circulation du sang, soit au contraire parce qu'ils sont très discrets. Le professeur nous indique des élèves ou groupes d'élèves qui peuvent avoir un comportement particulier en sciences et peut être, par anticipation, sur cette séquence précise relative à la circulation du sang. Le professeur peut nous désigner « *des élèves censés « suivre » comme attendu le travail demandé par la tâche et, à l'opposé, des élèves censés ne pas pouvoir se repérer dans la région de savoir que la séance va parcourir* » (*Ibid.*). Nous partons ainsi des prévisions du professeur.
- D'autre part, nous repartons des premières productions des élèves dans les toutes premières séances de la séquence pour obtenir des informations sur le rapport épistémique des élèves à la circulation du sang. Nous cherchons ainsi à repérer des élèves qui seraient confrontés à un ou des obstacles relatifs au concept de circulation du sang (cf. p. 66).
- Enfin, nous *observons* les élèves tout au long de la séquence et nous repérons « dans le cours de l'action » des interactions qui nous semblent remarquables avec d'autres élèves ou avec le professeur de la classe et que nous confirmons (ou non) avec une analyse embryonnaire de l'action *in situ* pour repérer des élèves « remarquables ». Il s'agit ici

⁵⁸ cf. tome 2 de ce mémoire.

d'un repérage du chercheur à propos du comportement en situation de certains élèves.

Nous croisons ainsi, pour ce sondage d'élèves à interroger, des données issues des connaissances du professeur à propos des élèves (dont on peut dire qu'il est parfaitement bien placé pour indiquer des niveaux d'élèves car lui seul a une vision globale et complète de la classe et des élèves), des données issues de notre regard de chercheur qui porte sur le fil du rapport au savoir que nous ambitionnons de suivre tout au long des séances (Joshua, 2002) et des données issues des élèves eux-mêmes *via* leurs traces écrites et leur comportement en classe.

Au final, l'outil méthodologique est certes complexe mais croise des informations utiles pour un repérage précis des élèves et limiter le nombre d'entretiens post séance à mener. Nous interrogerons donc les élèves qui se dégageront du fonctionnement de cet outil, soit des élèves aux rapports aux savoirs, nous l'espérons, contrastés. Examinons les questions directrices lors de la passation des entretiens.

2.2.3.1. Les entretiens sur le rapport épistémique des élèves aux objets de savoir

Nous interrogeons individuellement quelques élèves (6 ou 7 élèves selon la classe), qui ressortent de ce sondage, en fin de séquence, sur ce qu'ils ont fait et/ou appris pendant la séance. Voici quelques questions, toujours en relation avec nos questions de recherche, qui structurent l'entretien avec les élèves et qui portent sur ce que les élèves disent avoir appris et comment ils pensent l'avoir appris:

Qu'est-ce que tu as appris aujourd'hui ?

Est-ce que tu peux me dire ce que tu as fait aujourd'hui dans la séance ?

Tu as travaillé sur quoi aujourd'hui ? Ce que tu as travaillé aujourd'hui tu l'appelleras comment ?

Est-ce que c'était difficile ?

Les questions posées cherchent à obtenir le point de vue intrinsèque des élèves en repérant par exemple comment ils parlent des savoirs appris pour en inférer, en lien avec l'analyse *in situ*, des éléments sur leurs rapports aux objets de savoir.

2.2.3.2. Les entretiens sur le rapport à « apprendre la circulation du sang » des élèves

A l'issue des séances d'apprentissage, dans la suite de l'entretien précédent, nous avons mené des entretiens individuels avec les mêmes élèves pour tenter d'avoir accès à leur rapport à « l'apprendre » des savoirs biologiques et des savoirs liés à la circulation du sang. L'entretien était sous-tendu par certaines questions portant sur les dimensions épistémique, identitaire et sociale (cf. p. 27).

En premier lieu nous les avons interrogés sur les relations qu'ils entretiennent avec le sujet abordé en classe à travers les questions suivantes :

Quel est le sujet abordé aujourd'hui ? Comment le nommerais-tu ?

Ce sujet présente-il de l'intérêt pour toi ? Pourquoi est-ce important de travailler ce sujet ?

- La dimension épistémique a été explorée à l'aide des questions que nous avons vues précédemment (*Qu'est ce que tu as appris ? C'était difficile ? Dans cette leçon, qu'est ce que tu as fait ?*)
- Le volet identitaire est exploré à l'aide des questions suivantes :

Ce sujet présente-il de l'intérêt pour toi ? Pourquoi est-ce important de travailler ce sujet ?

C'est important d'apprendre ça selon toi ? Pourquoi ?

Qu'est-ce que tu veux faire comme métier plus tard ?

- Nous avons poursuivi par des extrapolations sociales :

Est-ce que tu lis des magazines scientifiques à l'école, à la maison ? (Genre Sciences et Vie JOHN)

Est-ce que tu regardes des émissions scientifiques à la TV ? Genre « C'est pas sorcier » ?

Est-ce que c'est un sujet dont tu parles à la maison, la circulation du sang ? Avec tes parents ou avec des copines et des copains ?

Est-ce que tu discutes avec des copains ou avec des copines sur les maladies, sur le corps humain ?

L'intégralité des entretiens peut se retrouver *verbatim* en annexes⁵⁹.

Engageons maintenant le travail qui consiste à donner les raisons qui ont présidé au traitement et à la condensation des données empiriques dont on a compris qu'elles étaient quantitativement importantes.

⁵⁹ Cf. sommaire du tome 2.

Chapitre 3. TRAITEMENT ET CONDENSATION DES DONNÉES

Compte tenu de nos questions de recherche – décrire des pratiques et en inférer des déterminants – nous procédons à deux analyses successives dont nous donnons les raisons ici. Une première analyse est menée essentiellement à partir des préparations du professeur et des entretiens issus du corpus associé ; c'est l'analyse *a priori*, à partir de laquelle des déterminants professoraux pourront être pressentis. La seconde est l'analyse *in situ* menée essentiellement à partir de la vidéo des séances, et sa retranscription, issue du corpus principal ; elle permet de reconstruire les jeux d'apprentissage et donc comprendre l'action conjointe. Les analyses *a priori* et *in situ* doivent nous fournir des éléments relatifs aux déterminants professoraux et l'analyse *in situ* devrait nous donner accès à des déterminants élèves, ceux-ci étant inférés d'une part de l'analyse *in situ* et d'autre part des entretiens du corpus associé. Les reconstructions auxquelles nous nous livrons dans ces analyses sont le produit d'inférences ressortant des confrontations entre les divers éléments issus des deux corpus, celui de la classe et celui hors la classe, précédemment décrits. Au final, les déterminants des interactants vont nous aider à raffiner les connaissances relatives aux systèmes didactiques engagés dans la recherche.

1. Produire une analyse *a priori* pour approcher des déterminations professorales

Une partie du travail de cette thèse consiste à produire une analyse *a priori* des savoirs en jeu. Elle se fait essentiellement sur la base des préparations fournies par les professeurs et des entretiens menés avec eux. Précisons notre positionnement théorique sur les savoirs. En suivant Tiberghien (2007), le savoir « à enseigner » est celui des programmes de l'école -cycle 3- qui peut être interprété différemment par les professeurs selon ce qu'ils comprennent des programmes et selon leur centration épistémique (cf. p. 48) Nous nous attacherons à repérer le savoir à enseigner de chaque professeur, en sachant que ce savoir à enseigner se trouvera vraisemblablement à la croisée de plusieurs centrations épistémiques. Toujours en accord avec Tiberghien, le terme « savoir » est ici envisagé dans sa signification la plus large : « *il n'est pas limité au contenu, mais inclut les savoir-faire, compétences, etc. ainsi que le fonctionnement du savoir* » (Tiberghien, 2007, p.95) c'est-à-dire la façon dont le savoir est articulé, comment ses unités constitutives sont mises en lien, comment il est supposé prévu dans la classe. Nous pensons ainsi pouvoir dégager, à la manière de Mercier, le *profil épistémologique* du savoir enseigné (Mercier, 2008, p.18). C'est à une « reconstruction du savoir » à laquelle nous procédons, en tant que chercheur, dans toutes nos analyses et dans l'analyse *a priori* nous procédons à une reconstruction des savoirs tels qu'ils sont présentés par P1 à travers ses fiches de préparation et ses propos lors des entretiens. L'observateur (le chercheur en l'occurrence) « *n'a pas accès direct à l'enjeu de l'enseignement et de l'apprentissage, dont l'identification est l'objet même de l'observation* » en didactique (Mercier, 2008, p. 7). Il est prétentieux et illusoire de croire que l'on peut dégager à coup sûr un objet de savoir ; on ne peut ainsi faire que des hypothèses sur les savoirs que les professeurs souhaitent mettre en jeu (*id.*, p.9).

L'analyse *a priori* procède d'un double mouvement. D'abord une analyse descendante qui permet de saisir le savoir supposé être l'enjeu des séances, puis une analyse ascendante qui nous permet de repérer les jeux possibles auxquels sont

convoqués les élèves et donc les attentes supposées du professeur à propos de ses élèves.

Le premier mouvement de l'analyse, en comprenant les savoirs en jeu décidés par les professeurs, en tentant de comprendre le parcours didactique des professeurs et en portant attention à l'articulation entre ces savoirs, devrait nous permettre de rendre compte essentiellement d'une partie du rapport aux objets de savoirs des professeurs.

La seconde analyse ascendante que nous menons est faite selon plusieurs plans :

- Les types de tâches demandées aux élèves et les supports des tâches de travail
- Les difficultés prévues
- Les interactions entre les élèves et les modalités de travail

Elle tente d'anticiper les réactions des élèves, de prévoir des difficultés pour eux ou pour le maître. Elle permet en outre de caractériser des éléments saillants dans l'approche de l'enseignement et de l'apprentissage par les professeurs. Ceci sera un moyen de qualifier une partie de l'épistémologie des professeurs et de leur perception de l'activité adressée.

Les entretiens, dans cette analyse *a priori*, sont des éléments qui jouent le rôle de discutant des préparations. Au final, l'analyse *a priori* est donc, par ce double mouvement, un moyen de faire émerger des déterminations possibles, côté professeur. En un sens elle est préparatoire à l'analyse *in situ* des pratiques. Nous réinjectons dans l'analyse *in situ* ce que nous avons compris des déterminants professoraux à partir de l'analyse *a priori*.

2. Reconstruire des jeux didactiques de la séquence ou analyse *in situ* pour dégager des caractéristiques

L'autre production importante dans cette thèse est la reconstruction des jeux didactiques. Elle se fait principalement à l'aide des données du corpus principal. Le cœur de notre recherche est la séquence vidéoscopée et sa transcription, pour chacune des trois classes, car c'est elle qui nous fournit les principaux observables correspondant à nos questions de recherche. Les interprétations didactiques que nous faisons au cours de l'analyse de la séquence seront corroborés (ou non) par des éléments extérieurs puisés dans les entretiens avec le professeur, les entretiens avec les élèves et dans les préparations du professeur, c'est-à-dire dans le corpus associé. Ce sont donc Les interprétations les plus probables, de notre point de vue, que nous donnerons.

2.1. Analyse didactique à partir de la vidéo

Notre travail au cours de cette analyse consistera à identifier les jeux d'apprentissage conjointement pratiqués et de les identifier à l'aide des descripteurs de la TACD à partir de l'enregistrement vidéo. Nous rechercherons ce qui marque l'avancée du savoir spécifique dans la classe (chronogénèse), les places respectives des acteurs didactiques (topogénèse) et la référence dans la classe (mésogénèse). Les techniques professorales mises en œuvre dans les jeux seront précisées ainsi que les actions des élèves. Pour procéder à cette analyse, nous aurons recours à la méthode de

condensation des données proposées par A. Huberman et M. B. Miles « *la condensation des données renvoie à l'ensemble des processus de sélection, centration, simplification, abstraction et transformation des données brutes* » (Huberman et Miles, 1991, p.35). Nous expliquons ce qui guide nos choix dans la condensation et le traitement des données ci-après.

2.1.1. La vue interprétative synoptique de la séquence (VIS)

Après avoir assisté à la séquence, pris des notes au vol et suite à de nombreux visionnages des séances, puis à la suite de leur retranscription, nous devons procéder à une première condensation des données, riches et nombreuses, pour procéder à des inférences et des interprétations des faits didactiques à analyser. Une première étape dans la condensation des données de la vidéo consiste à bâtir une vue interprétative synoptique de la séquence (VIS). Cette vue qui permet « *de voir un ensemble d'un seul coup d'œil*⁶⁰ » donne une vision générale propre à nous permettre une compréhension de l'enchaînement des savoirs résultants de l'action conjointe. Cette vue interprétative synoptique est un outil qui découpe la séquence de travail en séances données chronologiquement auxquelles on donne un titre. Dans chacune, on identifie la succession des jeux joués, on indique les matériels utilisés, ainsi que les modalités de travail mises en place. Cette vue devient un outil de référence pour la suite des analyses puisqu'il est aisé d'y repérer la situation d'un jeu, son contexte et l'enjeu du jeu, si c'est une reprise d'un jeu ou un nouveau jeu. Ce processus de réduction de l'information permet de garder l'empan de la séquence complète en faisant état de l'économie d'ensemble (Schubauer-Leoni et al, 2007, p.62). Elle introduit, au-delà de la vue d'ensemble fournie, un élément d'interprétation voulue par le chercheur, en découpant la vue en jeux qui sont des unités d'analyse pertinentes pour caractériser les pratiques conjointes et intéressantes pour la suite.

La VIS est une manière de condenser des données empiriques et de rendre compte d'une partie des pratiques conjointes dans les classes, en lien avec nos préoccupations théoriques de recherche. Cet outil lie différentes échelles de temporalités propices à relever d'une part des éléments caractéristiques des pratiques conjointes, d'autre part à tenter de repérer des éléments de déterminations de ces pratiques. Cet outil méthodologique est donc une création adéquate pour répondre à nos questions théoriques de recherche qui portent, tant sur la description/compréhension de jeux conjoints, caractéristiques des classes observées, que sur la recherche d'éléments d'éclairage permettant de rendre ces jeux plus transparents à notre compréhension.

En effet, la vue interprétative synoptique présente à la fois une échelle que nous avons supposée pertinente, celle de la séquence, en dessous de laquelle on ne peut pas avoir une idée juste du traitement de la thématique par les professeurs. Nous l'avons dit, le concept circulation du sang est complexe à traiter, les obstacles sont nombreux : en deçà de l'unité de la séquence, nous perdons des informations précieuses quant aux jeux conjoints pratiqués (par exemple, pourquoi ceux-ci sont pratiqués et pas ceux-là, à ce moment-là, et dans quel ordre sont-ils produits, etc.). La distribution temporelle des jeux doit être formalisée pour saisir des caractéristiques des pratiques des classes.

⁶⁰ Définition du Robert.

La VIS conjuguée à l'échelle précédente, une échelle d'analyse qui est au plus près de l'action conjointe, celle des jeux conjoints. C'est à partir de ce niveau du jeu (que l'on peut resituer en contexte, dans la séquence) que l'on pourra extraire des éléments soumis à l'analyse microdidactique pour saisir une compréhension fine des jeux et des déterminants, professoraux ou élèves, qu'il nous importe de repérer.

Au final, la conjugaison d'un niveau méso, celui de la séquence (enchaînement des jeux dans les séances) et d'un niveau micro, celui des jeux (description fine des jeux) devrait nous permettre de répondre de façon argumentée à nos questions de recherche : quels sont les jeux pratiqués, dans quelle succession, pour produire quels savoirs, en visant quelle culture scientifique ? Et l'articulation des échelles d'analyse avec un découpage des données empiriques construites permet de questionner les pratiques conjointes de la façon suivante : qu'est-ce qui peut expliquer ces jeux conjoints, quels déterminants peut-on inférer, du côté du professeur, du côté des élèves ? Et, nous l'espérons, d'apporter des réponses.

Chaque vue interprétative synoptique, pour chaque classe, est fournie plus loin dans le texte au moment de la présentation des résultats pour chaque classe. C'est une première étape dans la condensation des données ; précisons maintenant nos opérations de découpage des jeux pour produire ensuite des analyses à un grain plus fin, les analyses micro didactiques.

2.1.2. Analyse microdidactique des jeux

La base de l'analyse microdidactique est la délimitation des jeux grâce auxquels nous cherchons à suivre l'avancée d'un savoir relatif à la circulation du sang et les conditions dans lesquelles ce savoir progresse afin de repérer des caractéristiques d'une part et des déterminants de l'action conjointe d'autre part. Les jeux sur lesquels nous produisons une analyse microdidactique sont repérés grâce à un contenu de savoir, supposé côté enseignant, possiblement compris par l'élève et délimité au final par le chercheur ; s'agit-il de produire un outil de recueil de données, de rechercher une information précise dans un document, d'élaborer une trace écrite, etc. Ces jeux sont repérés par des éléments introductifs qui signent « une entrée en matière » et des éléments qui clôturent le jeu avant d'en annoncer un nouveau. Le jeu peut être décrit par un couple milieu-contrat et forme une unité. La granularité des jeux peut être déclinée à l'infini. C'est pourquoi, compte tenu des séquences de classe analysées une durée d'environ une dizaine de minutes, en moyenne, nous a paru être une durée pertinente pour délimiter un couple milieu-contrat et partant un jeu. Cette granularité nous a semblé tout à fait raisonnable pour produire des caractéristiques des pratiques et en inférer des déterminants. Lorsque cette granularité s'est avérée trop grande (un même enjeu de savoir traité en classe entière et en groupes par exemple), nous avons été amenée à découper les jeux en unités plus petites, que nous nommons « phases », pour comprendre la dynamique interne au jeu. Ces épisodes sont purement structurels, nous en avons eu besoin pour le découpage initial des séances, supports des analyses ; ils ne seront plus utilisés en eux-mêmes pour l'analyse que nous rédigerons, cependant nous en trouvons la trace dans les transcriptions organisées (en jeux et en phases) que le lecteur trouvera en annexes.

Les premiers jeux qui initient les séances sont construits sur un modèle du type introduction ou reprise de la séance précédente et annonce de la séance du jour. Ces jeux, le plus souvent courts, à structure répétitive seront nommés et notés (j0), tandis que tous les autres jeux sont, à la suite, nommés et notés (j1), (j2), (j3) etc. C'est cette formulation qui apparaît dans la vue interprétative synoptique. Pour un repérage aisé,

au fil du texte, dans la présentation des résultats, nous avons noté par exemple S3j2, le deuxième jeu de la séance 3.

Une fois effectués le repérage et la délimitation des jeux, essentiellement à l'aide de la vidéo, nous avons produit une analyse fine des échanges langagiers en procédant à un aller-et-retour entre les vidéos et les retranscriptions des séances. Nous nous sommes basée sur les travaux qui interrogent les liens entre apprentissages scientifiques et apprentissages langagiers qui partent du postulat que l'activité langagière des élèves renseigne sur leur activité cognitive et donc sur les processus en jeu dans l'élaboration du savoir ;

« Cette vision converge avec les conceptions vygotskiennes qui considèrent le langage comme un outil psychologique et lui attribuent un rôle cognitif » (Schneeberger, 2007).

Nous estimons donc que les discours tant du professeur que des élèves peuvent nous renseigner sur la façon dont le savoir est appréhendé par les uns et les autres. Nous avons été tout particulièrement vigilante aux moments de bascule ou de ruptures dans les discours marqueurs de changements cognitifs. Nous avons également été attentive à ce qui pouvait indiquer un registre conceptuel ; nous nous sommes servi là des outils des didacticiens que nous avons dégagés dans le chapitre 3 : les éléments indicateurs d'éléments de savoir descriptif, explicatif, le repérage d'éventuels obstacles épistémologiques, les aides que le professeur peut apporter pour favoriser les changements conceptuels mais aussi les écrits et la place accordée aux élèves...

2.2. Intelligibilité à partir d'éléments externes

Les données du corpus associé permettent une triangulation des données, par un retour sur les éléments fournis à l'aide du corpus principal et sur lesquels s'assoie une partie de l'analyse *in situ* à l'instant présentée. Le corpus associé fournit en fait d'un pool de connaissances et d'informations pour la reconstitution théorique de la signification globale de la séquence. Les traces issues des divers entretiens ante et post-séance, ante et post protocole, jouent alors le rôle de discutants des jeux étudiés en classe. En recueillant, au cours des entretiens, la parole des interviewés à un moment donné, nous nous dotons d'informations précieuses pour procéder à une caractérisation argumentée des jeux, et ainsi confirmer les analyses macro et micro didactiques.

L'entretien post protocole du professeur, mené plusieurs semaines après la séquence, se fait alors que le chercheur a déjà en partie mené l'enquête et cet entretien se fait donc, du point de vue du chercheur, avec une analyse, encore embryonnaire, et qui peut demander des points d'éclaircissements. C'est en cela que le point de vue intrinsèque d'un acteur de la pièce didactique, le professeur, peut enrichir l'analyse en train de se faire. Cet entretien, au cours duquel le professeur visionne des éléments de la séquence, devient une pièce de plus à verser au dossier du corpus associé, et avec son point de vue intrinsèque, devient un élément supplémentaire de triangulation des données.

En fin de parcours d'apprentissage, lorsque nous interviewons les élèves, nous nous dotons aussi d'un point de vue intrinsèque qu'il est utile de prendre en compte pour produire une analyse *in situ* la plus complète possible. Les entretiens faits avec les élèves sont alors mis en relation avec ce que l'on peut repérer de ce que disent et font les élèves ; ce repérage est fait en lien avec la vidéo et avec l'aide des traces écrites produites et collectées tout au long du protocole.

Nous nous sommes donnée les moyens par deux niveaux de triangulation des données, (en « attrapant » des indices à différents endroits des corpus et en confrontant les points de vue extrinsèque et intrinsèque) de reconstruire l'histoire didactique de chaque classe. Au terme de ce parcours méthodologique, nous pensons être en mesure de produire une analyse des jeux d'apprentissage autour de la circulation du sang dans chacune des trois classes et une caractérisation argumentée et documentée au plus près des pratiques de chaque classe. Reste à dégager des déterminants des actions conjointes ainsi caractérisées.

3. Inférer des déterminants côté professeur et côté élèves

Une fois cette reconstruction didactique effectuée, nous pouvons inférer des déterminants côté professeur et côté élèves qui peuvent fournir des indices supplémentaires dans la compréhension des faits didactiques. La dernière étape de la procédure consiste donc à inférer, si possible, des reconstructions précédentes, des connaissances sur les déterminants des interactants.

3.1. Du côté du professeur

L'analyse *a priori* des savoirs en jeu, menée en lien avec les entretiens du professeur, est un élément précieux pour accéder à certaines déterminations professorales. Elle sert à lire les intentions du professeur dans la construction de son travail de classe, à comprendre ce qu'il fait dans son travail de préparation avec les savoirs, c'est-à-dire quelle est sa manière de connaître les savoirs de la circulation du sang. Ce qu'il nous dit des savoirs, de leur enseignement et l'apprentissage que sont supposés en faire les élèves est confronté avec ce qu'il fait comme usage des savoirs dans ses préparations : ce sont des éléments de compréhension de son rapport aux objets de savoir, de son épistémologie et des relations qu'il entretient avec les programmes mais aussi avec le discours ambiant quant à l'enseignement des sciences ou ce qu'il en perçoit. Les résultats de nos interprétations didactiques au cours de l'analyse *in situ* viennent en appui de ces premiers indices ; l'analyse *in situ* est un moyen majeur pour repérer par ascendance des déterminations professorales qui nous fourniront des éléments de compréhension des pratiques conjointes. C'est pour nous la possibilité d'inférer des déterminants professoraux ; rapport aux objets de savoir, épistémologie pratique, activité adressée.

3.2. Du côté des élèves

Les entretiens menés avec les élèves l'ont été avec en appui leurs productions écrites (en travaux de groupes ou en individuel) ; les entretiens ont tous été repris et relus à la lumière de ce qui se joue *in situ*. C'est cette analyse conjuguée des entretiens et des jeux *in situ* qui nous permet d'inférer des déterminants des jeux côté élèves.

3.2.1. Le rapport épistémique des élèves (ROS)

A l'appui de la vidéo, les retranscriptions de la séquence vidéo sont systématiquement reprises, les jeux repérés et mis en relation avec les traces écrites des élèves et les évaluations. Ces éléments qui disent ce que les élèves font avec les savoirs en jeu deviennent alors le matériau à partir duquel nous pensons pouvoir inférer le rapport aux objets de savoir des élèves. C'est autant de ce qu'ils disent à propos des savoirs au cours des entretiens que de ce qu'ils font avec les savoirs au

cours des séances ou encore de ce qu'ils produisent par écrit dans tous les travaux qui leurs sont proposés que nous pourrions inférer le rapport aux objets de savoir des élèves.

3.2.2. Le sens et la valeur accordés aux savoirs par les élèves (RAP)

C'est essentiellement l'analyse des entretiens menés avec les élèves croisée à ce qui se passe *in situ* qui nous permet de repérer des éléments relatifs au rapport à *l'apprendre*, pouvant rendre explication d'une partie de ce qui se joue dans l'action conjointe. Le rapport à *l'apprendre* des élèves est le dernier élément que l'on fait émerger de nos analyses et auquel on peut attribuer le rôle de déterminants des pratiques conjointes.

Chapitre 4. CONCLUSION À L'ARTICULATION OBJETS DE RECHERCHE - MÉTHODOLOGIE

Le document qui suit (Figure 7, p. 103) résume nos objets de recherche principaux :

- Décrire les jeux pratiqués dans les classes avec les outils de la TACD et caractériser les pratiques conjointes des classes par une analyse *in situ*, autour de savoirs de la circulation du sang
- En inférer des déterminations de l'action du côté du professeur et du côté des élèves.

Pour approcher les déterminants du professeur il nous faut désormais livrer une analyse *a priori* elle-même produite en regard des centrations épistémiques et de l'analyse épistémologique relative à la circulation du sang (analyses produites dans la PARTIE N° 1.Chapitre 3, p. 45), puis produire une analyse *in situ* précise des pratiques conjointes. Les déterminants des élèves sont inférés de l'analyse *in situ* et du traitement des entretiens.

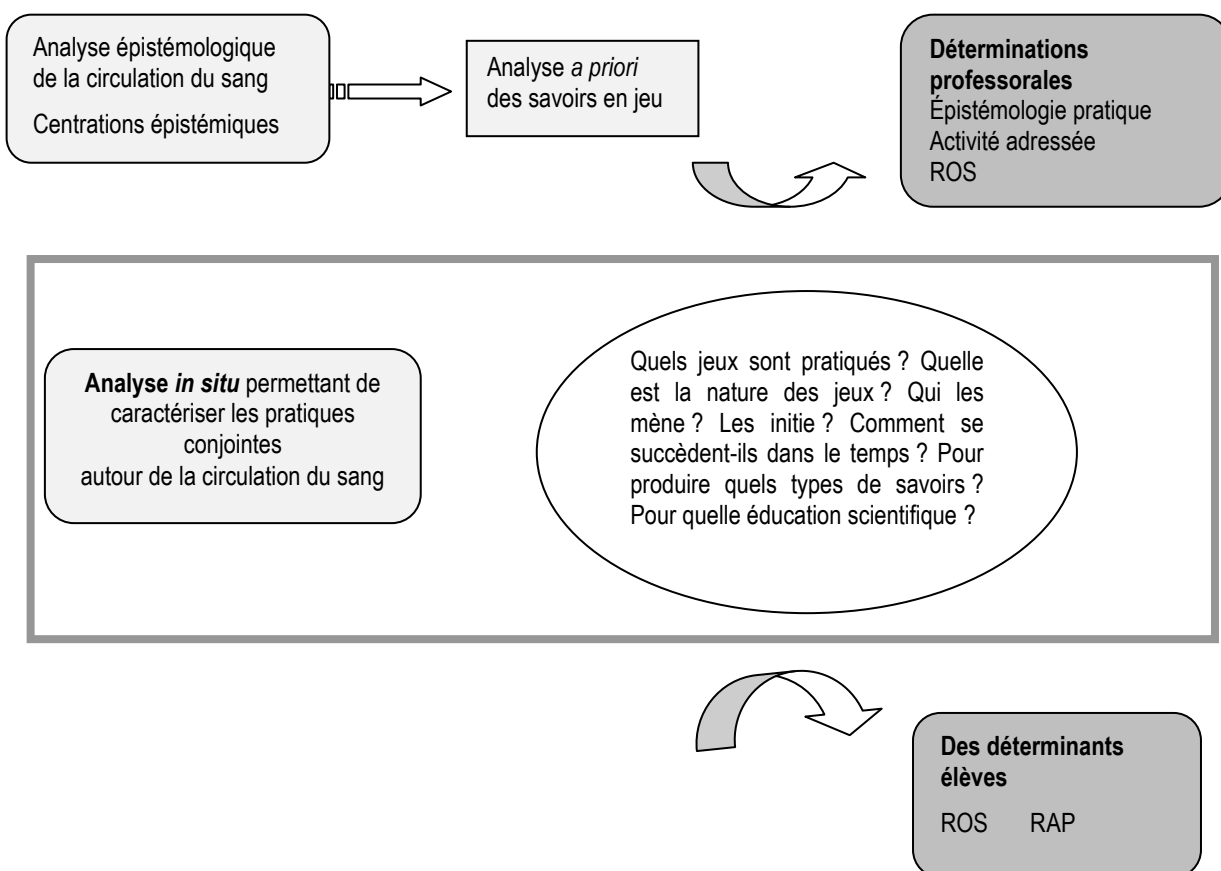


Figure 7. Articulation objets de recherche-méthodologie.

PARTIE N° 3. LES TRAVAUX EMPIRIQUES : TROIS ÉTUDES DE CAS

Après la matrice théorique qui nous a permis d'asseoir la problématique et que nous avons articulée à la méthodologie, cette troisième partie inaugure le travail empirique, cœur de la thèse, constitué de trois études de cas. C'est au cours de ce travail empirique que l'on met à l'épreuve le modèle enrichi que nous avons présenté dans la partie théorique de ce mémoire et qui tente de rendre compte d'une partie des pratiques conjointes à l'aide de déterminants pour une part issus du professeur et pour une autre issus des élèves. Avant d'entrer dans la matière de ce qui fait nos trois études empiriques, nous voulons présenter les principes organisateurs qui président aux analyses que nous allons rapporter dans les trois grands chapitres qui suivent.

Au cours de ces travaux empiriques, qui forment un élément central de la thèse, un premier effort consiste pour le chercheur à produire, conformément à la méthodologie présentée précédemment, une analyse *a priori* des savoirs que le professeur met intentionnellement à l'enseignement et à l'étude. Cette analyse *a priori* est faite en référence aux éléments épistémologique, institutionnel et didactique livrés dans la première partie de ce mémoire et qui avaient pour fonction de fournir des éclairages croisés sur le concept de circulation du sang. Pour mener l'analyse *a priori*, nous donnons d'abord une analyse proprement épistémique des tâches, séance par séance, en considérant les difficultés que les élèves pourraient rencontrer au cours des tâches et en portant aussi le regard sur les formes de travail proposées par l'enseignant. Nous procédons ensuite à une présentation générale du prévisionnel de la séquence envisagée par le professeur. Les résultats de nos analyses nous conduisent vers une conclusion dans laquelle seront repris les éléments saillants de l'analyse avec notamment les premières interprétations à propos des déterminants professoraux. Cependant, c'est à l'issue de l'analyse *in situ*, d'où émergeront d'autres déterminants, notamment élèves, que nous proposerons des inférences définitives au sujet des déterminants des interactants.

Le deuxième enjeu dans cette thèse, intrinsèquement lié aux études empiriques est ensuite de produire des analyses *in situ*, avec les outils de la TACD, basées sur une étude intensive des jeux pratiqués dans les classes. L'outil de référence qui initie cette étude *in situ* est la vue interprétative synoptique (VIS), rendant compte, d'un seul coup d'œil, de nos premières interprétations et conjuguant différentes échelles d'analyse, propres à débiter l'intense travail de repérage, description et compréhension des jeux *in situ*. Ces productions interprétatives doivent être suffisamment robustes pour dégager des pratiques conjointes un certain nombre de caractéristiques. Cependant il est illusoire de prétendre comprendre la totalité des pratiques de classe. Il s'agit plus modestement de repérer des éléments phares dans les pratiques conjointes pour lesquels nous espérons trouver des éléments explicatifs, ou une conjonction d'éléments explicatifs, dans des déterminants professoraux et/ou élèves. Mais là encore, restons prudente, quand nous disons que ce sont des éléments caractéristiques des pratiques, ce sont des caractéristiques quant à l'enseignement et l'apprentissage d'un savoir particulier -la circulation du sang- et sur la base bien évidemment des séquences observées ; il n'y a pas de caractère de généralité à nos propos, ni sur l'ensemble des pratiques des professeurs, ni sur tous les domaines d'enseignement et d'étude à l'école élémentaire, ni sur la durée de la carrière des

professeurs ; il s'agit bien d'un travail contextualisé aux cas particuliers que nous rapportons dans les études empiriques.

Enfin, riche de l'ensemble de ces deux analyses, *a priori* et *in situ*, nous pourrons alors inférer des déterminants de l'action conjointe. Pour produire les interprétations les plus probables, en fonction des données dont nous disposons, nous croisons notre point de vue extrinsèque, de chercheur qui observe pour comprendre, avec un point de vue intrinsèque, celui des acteurs du système didactique, avec leurs lectures des situations. À ce moment-là, « *il s'agit de suspendre les catégories théoriques d'analyse du chercheur pour se rendre sur le terrain de l'autre afin d'accéder au sens qu'il attribue à son action* » (Amade-Escot, Amans-Passaga, Montaud, 2009, p. 50). Nous produirons donc des informations relatives aux déterminants, prévus par la TACD, qui peuvent rendre explication des pratiques conjointes dans les classes ; cela nous amènera à documenter le rapport aux objets de savoir de chaque professeur, son épistémologie pratique et son activité adressée ; enfin nous infèrerons des pratiques, des déterminants relatifs au rapport aux objets de savoir des élèves et à leur rapport à *l'apprendre* les savoirs de la circulation du sang conformément au modèle que nous proposons d'examiner dans la première partie théorique de ce mémoire.

Cette partie relative aux travaux empiriques est constituée de trois chapitres. Le premier chapitre est entièrement consacré à l'étude empirique dans la classe n°1, le deuxième chapitre concerne la classe n°2 et cette partie empirique se conclura sur l'étude de cas dans la classe n°3. Chaque chapitre relatif à chacune des classes est organisé de la même façon. Il s'agit d'abord de présenter rapidement le contexte de l'étude de cas, puis nous donnons l'analyse *a priori* des savoirs choisis par le professeur pour être enseignés et étudiés, de sorte à cerner les premières intentions professorales ; vient ensuite l'analyse *in situ* des pratiques conjointes permettant de dégager des caractéristiques des pratiques puis d'en inférer définitivement, mais toujours contextuellement, certains déterminants, tant du côté du professeur que du côté des élèves.

Chapitre 1. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°1

1. Le contexte de l'étude de cas n°1

Présentons rapidement le contexte de cette première étude, dans la classe n°1, en donnant ici quelques repères très généraux quant à l'école, l'enseignante et la classe.

1.1. L'école

C'est une petite école de province recrute des élèves parmi des univers sociaux très différents. Il n'y a que trois enseignantes en tout dans l'école. Beaucoup d'élèves nouveaux arrivent en cycle 3 : 17 nouvelles inscriptions entre CE2, CM1 et CM2 au moment de la recherche mise en place⁶¹. L'enseignante que nous allons suivre est la directrice de cette petite école.

1.2. L'enseignante

Normalement, l'enseignante que nous désignerons désormais P1, enseigne dans une classe de CE2. P1 est aussi la directrice de l'école et va prendre les élèves de CM1-CM2 de sa collègue pour les séances de sciences. En tant que directrice, elle a une bonne connaissance des élèves même si, pour ces séances de sciences elle « découvrira » ceux-ci en situation. P1 est âgée de 42 ans, elle a 20 ans d'ancienneté dans ce métier. Elle est volontaire pour participer à la recherche. De sa position de directrice, elle peut nous donner quelques éléments sur les élèves, leur comportement et leur attitude. Elle se définit comme « ayant un profil scientifique » avec un bac D, une première année à la faculté de sciences puis une maîtrise de psychologie. Le profil de P1 n'est, pour nous, pas franchement disciplinaire ; c'est la raison pour laquelle nous l'avons choisi pour notre première étude empirique.

1.3. La classe

La classe filmée est un cours double CM1-CM2. La classe comprend 21 élèves. Il y a 5 CM1 et 16 CM2. 8 élèves ont un an de retard et 7 n'ont pas appris à lire en CP. P1 qualifie la classe de très difficile. Les 21 élèves sont donc issus d'univers sociaux très différents. Compte tenu du grand nombre d'enfants nouveaux entrants, P1 estime que la classe ne forme pas un ensemble très soudé, mais que les élèves ont tendance à travailler individuellement et que la coopération dans cette classe est peu aisée.

2. Analyse *a priori* des savoirs en jeu

Cette analyse *a priori* est guidée par la recherche des intentions professorales (Sensevy, 2011, p. 186) incarnées dans la mésogenèse anticipée. C'est ceci qui nous amène à décrire et comprendre les tâches et les supports des tâches qui initieront la future mésogenèse. Nous considérons donc ce qui suit comme des éléments pré figuratifs de l'action conjointe. Conformément à la méthodologie construite pour

⁶¹ Année scolaire 2009-2010.

répondre à nos questions de recherche, c'est bien à partir des préparations fournies par P1 et des entretiens, qui jouent alors le rôle de discutants, que nous produisons l'analyse *a priori*.

2.1. Le prévisionnel de la séquence préparée par P1

2.1.1. Présentation des tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

2.1.1.1. Séance 1. Le sang et les constituants du sang. Les vaisseaux sanguins et leurs diamètres différents

Cette séance, d'après l'entretien ante S1, doit aborder « *la problématique du sang et de quoi il est composé* » ; pour cela P1 a pour objectif de faire renseigner aux élèves deux questionnaires à travers deux activités différentes ; soit le visionnement d'un film, soit des recherches dans des documentaires ou manuels adaptés au cycle 3 puis, l'intention de P1 est de « *changer les deux groupes après pour voir, échanger les informations* ». Examinons les tâches prévues à partir de ces intentions.

Tâche n°1. Les différents vaisseaux sanguins

Les élèves doivent au cours de cette tâche répondre au questionnaire suivant, à partir d'une observation sur eux-mêmes puis d'une recherche documentaire⁶², en présence de P1.

Les différents vaisseaux

Observe le dessus de ta main gauche lorsque tu serres ton poignet gauche avec ta main droite. Que vois-tu ?

Cherche dans les livres de Sciences des images de vaisseaux sanguins. A l'aide des échelles que tu trouveras, évalue le diamètre des différents vaisseaux. Note-les sur la ligne
Essaie d'émettre une hypothèse sur les différentes tailles.

Observe attentivement le document 1, puis donne le nom des vaisseaux sanguins qui jouent les rôles suivants :

- conduit rapidement le sang du cœur à l'organe : _____

- ramène rapidement le sang des organes au cœur : _____

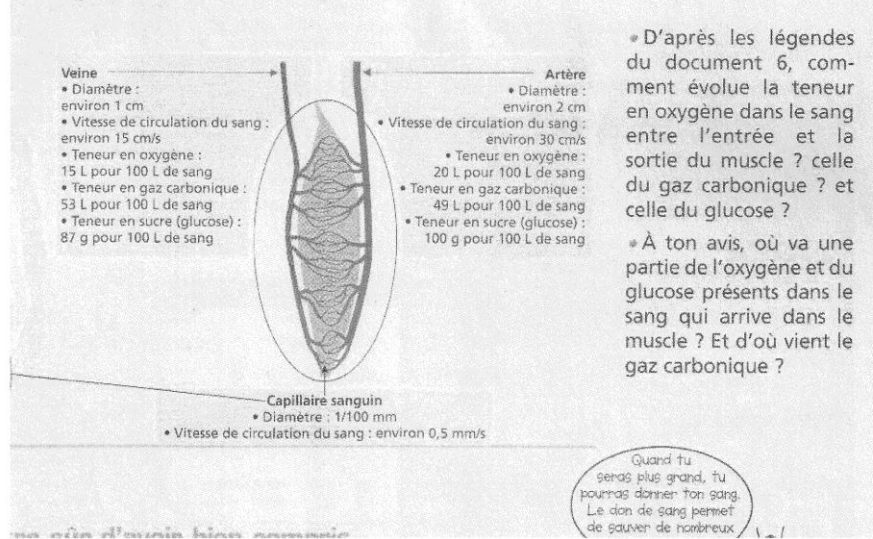
- permet des échanges entre le sang et les organes : _____

⁶² Les documentaires utilisés

- CM2, Collection Tavernier, Bordas, 1995
- Les dossiers Hachette, Jack Guichard, Cycle 3, corps et santé, 2009
- Il était une fois la vie, n°50 blessures et hémorragies, n°32 pour une vie plus saine
- 64 enquêtes pour découvrir le monde, Magnard, 2003
- Un dictionnaire Larousse, super Major
- « A nous le monde », Sedrap, 1999, p.158-159

Document 1

échanges entre le sang et les organes.



• D'après les légendes du document 6, comment évolue la teneur en oxygène dans le sang entre l'entrée et la sortie du muscle ? celle du gaz carbonique ? et celle du glucose ?

• À ton avis, où va une partie de l'oxygène et du glucose présents dans le sang qui arrive dans le muscle ? Et d'où vient le gaz carbonique ?

Essaie de répondre aux questions du document 1 grâce à tes connaissances sur la respiration.

Document 1. Questionnaire en rapport avec la tâche n°1 de S1.

Tâche n°2. Les constituants du sang

Au cours de cette tâche, les élèves visionnent une cassette « C'est pas sorcier »⁶³ sur le don du sang, sans P1, mais en présence d'un personnel extérieur (l'EVS⁶⁴), et renseignent le questionnaire suivant :

⁶³ DVD « C'est pas sorcier », « le corps humain, l'œil, le sang », 1996, 2001, 52 minutes.

Il s'agit d'un DVD de la série télévisée « C'est pas sorcier » intitulé « le corps humain, l'œil, le sang », 1996, 2001, 52 minutes.

L'émission consacrée au sang porte sur la thématique du don du sang. Les 20 premières minutes du film (visionnées par les élèves) sont composées de la façon suivante. Pour commencer, un rappel historique précise que les transfusions sanguines étaient jusqu'au XIXème siècle suivies de nombreux décès et que la découverte des groupes sanguins a permis de grands progrès en chirurgie et transplantation d'organes. Au cours de la rubrique suivante, Jamy fait une « recette » de 5 litres de sang avec des éléments symbolisant les différents constituants du sang. Puis les globules rouges, vus au microscope, sont présentés comme des livreurs d'oxygène et Jamy commente une modélisation de la double circulation sanguine. C'est ensuite la coagulation sanguine grâce aux plaquettes qui est présentée ainsi que les problèmes liés à l'hémophilie. L'extrait visionné se termine sur le rôle des globules blancs (phagocytose des microbes, défense contre les virus) et le rôle des vaccins.

⁶⁴ L'EVS, emploi vie scolaire, est chargé de l'accueil des élèves et notamment des élèves handicapés, il assiste la directrice de l'école, encadre les élèves lors des sorties scolaires et n'a pas de mission pédagogique. (Ce type d'emploi répond avant tout à une volonté de lutter contre le chômage).



Prénom :

La circulation sanguine

Lis les questions ci-dessous et essaie de répondre, au crayon à papier après avoir visionné le documentaire intitulé "Sang pour sang" et complète le questionnaire au fur et à mesure. Lorsque tu auras terminé, compare ce que tu as noté avec ce qu'ont écrit tes camarades, puis rédige un résumé au dos de cette feuille qui expliquera de quoi est composé notre sang et à quoi il sert, en définissant les mots suivants : **sang, plasma, globule rouge, plaquette, globule blanc.**

1. Qu'est-ce que le plasma ?

2. Cite les différents constituants du sang :

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

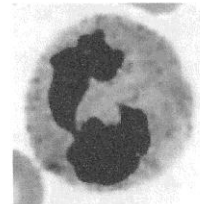
1. À quoi les globules rouges servent-ils ?

.....
.....

4. À quoi les plaquettes servent-elles ?

.....
.....

5. De quoi s'agit-il ?



Document 2. Questionnaire en rapport avec la tâche n°2 de S1.

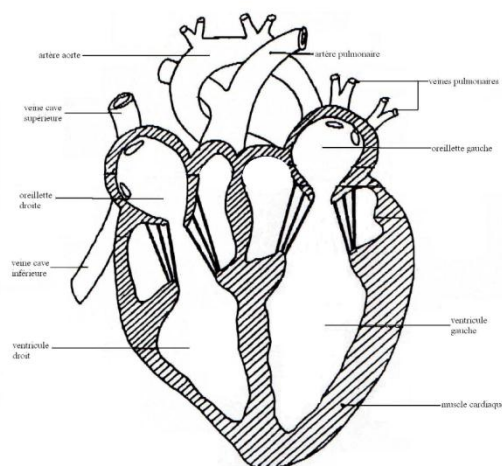
Il s'agira donc, pour les élèves, de communiquer ensuite sur ces deux tâches pour « *échanger les informations* » dans la classe.

2.1.1.2. Séance 2. La structure du cœur et les manifestations de l'activité cardiaque

La séance S2 propose de s'intéresser à la façon dont « *le sang circule dans le corps et comment le sang est mis en mouvement* » (préparation de P1). L'objectif annoncé est donc « *qu'est-ce qui permet [au] sang d'être véhiculé dans le corps et donc parler du cœur* » (P1 entretien ante S1). Pour cela, deux groupes de tâches sont proposées aux élèves. Les objectifs annoncés sont d'une part, de « *voir un cœur de l'extérieur* » (id.) puis de visionner une dissection d'un cœur de porc, le tout sous la direction de P1 et d'autre part, de participer à des ateliers, pris en charge par un parent d'élève, construits autour des manifestations de l'activité cardiaque.

Tâche n°1. La structure du cœur

A travers le visionnement d'une vidéo de la dissection⁶⁵ d'un cœur de porc, la préparation de P1 précise qu'il conviendra de faire remarquer « *les différents « tuyaux » qui arrivent et qui partent du cœur et vers où ils vont* ». D'après la préparation de P1, après cette vidéo, les élèves renseignent un schéma du cœur que nous reproduisons ci-dessous.



Document 3. Schéma du cœur à compléter à l'issue de la dissection en S2.

Tâche n°2. Les manifestations de l'activité cardiaque

Il est prévu qu'un parent d'élève prenne totalement en charge les quatre ateliers suivants. Nous reproduisons ci-dessous (Document 4) les fiches supports des ateliers.

Atelier 1 : quelle quantité de sang le cœur pompe-t-il ?

De nombreuses personnes ne se rendent pas compte de la quantité de sang que pompe le cœur. Dans cet atelier, un seau contient environ 4 litres d'eau. Il y a aussi un seau vide et une tasse. La quantité de liquide qu'une tasse peut contenir est environ celle que pompe le cœur en un battement. Chronomètre combien de temps une personne de ton groupe met à transférer toute l'eau d'un seau à l'autre. Cet atelier peut conduire à des « inondations », assurez-vous que des journaux recouvrent bien le sol. Combien de temps cela vous a-t-il pris ? (le cœur le fait en une minute !) Calcule combien de litres le cœur pompe en un jour.

Atelier 2 : le cœur est un muscle

Prends une balle de tennis dans ta main. Serre-la fortement. La force dont tu as besoin pour serrer la balle de tennis est équivalente à celle nécessaire pour pomper le sang hors du cœur. Essaie de serrer la balle soixante-dix fois en une minute (ou bien serre-là autant de fois que ton cœur bat en une minute). Que ressents ta main après cet exercice ? Qu'est-ce que cela prouve à propos du muscle cardiaque ?

Atelier 3 : écoute ton cœur

⁶⁵ Le support documentaire filmé (sans commentaire) donne à voir tout d'abord un ensemble cœur/poumons de porc, puis le cœur est détaché du bloc pulmonaire. Une fois le cœur détaché des poumons et isolé, un gros plan porte sur la structure externe du cœur. Ensuite, une coupe est faite le long du sillon inter ventriculaire du côté droit pour ouvrir la partie droite du cœur, la même opération est faite du côté gauche. On peut alors repérer les communications oreillette-ventricule d'un même côté et l'impossibilité du passage entre partie droite et gauche à cause d'une cloison étanche au niveau du sillon inter ventriculaire.

Lorsque tu disposes d'un peu de temps entre les ateliers, utilise ton stéthoscope pour écouter ton cœur. Décris ce que tu entends. Est-ce que le bruit que tu entends ressemble à celui que tu attendais ?

Si possible écoute le cœur d'un autre membre de ton groupe. Compare les sons.

A quel endroit de ton corps entends-tu le mieux ton cœur ?

Ci-dessous note les nouvelles questions que tu te poses à propos du cœur et du sang. Si tu n'en a pas, alors réponds à cette question : pourquoi penses-tu que l'exercice physique est bon pour le cœur ?

SECURITE : ne tape pas sur un stéthoscope, cela pourrait abîmer les oreilles de celui qui écoute ! Ne partage pas ton stéthoscope avec un autre !

Atelier 4 : ton pouls :

La sensation de battement du pouls provient du sang poussé par le cœur. Tu peux sentir ton pouls aux endroits où les vaisseaux sanguins sont proches de la surface de la peau. Essaie de prendre ton pouls au poignet ou au cou. Place correctement tes doigts. Dans le tableau suivant, relève ton pouls ainsi que celui des membres de ton groupe. Utilise le chronomètre. Pour t'aider compte le nombre de battements cardiaques pendant 15 secondes. Multiplie par 4 pour avoir le nombre de battements par minute. Note les résultats dans le tableau ci-dessous :

Prénom	Pouls en 15 secondes	Pouls en 1 minute

Moyenne du groupe _____

Document 4. Fiches support des ateliers expérimentaux de S2.

2.1.1.3. Séance 3. Construction de modèles de la circulation sanguine

P1 annonce comme objectif, dans sa préparation, qu'il s'agit d' « amener les élèves à comprendre le rôle du cœur dans la circulation sanguine, comprendre le trajet du sang dans le corps, comprendre qu'il n'y a pas de mélange du sang oxygéné et du sang chargé en CO₂ ». Cette séance est très précisément en lien avec les séances précédentes car « les élèves doivent impérativement s'appuyer sur » les acquis pour bâtir une schématisation afin d' « avancer leur réflexion et dégager une solution fonctionnelle ».

Cette séance, d'après la préparation, est consacrée à la construction d'un modèle de la circulation sanguine, à partir d'éléments dégagés en S1 et S2, qui doivent être résumés en début de séance S3. Il est prévu que les élèves travaillent par groupes de 3 ou 4 avec une feuille A3 sur laquelle est dessinée une silhouette. P1 précise, dans la préparation, les éléments sur lesquels s'appuyer, de la façon suivante : « le cœur propulse le sang dans le corps en se contractant ; c'est un muscle : il peut être comparé à une pompe. Le sang et l'air se rencontrent dans les poumons. Au niveau des poumons, le sang prend de l'oxygène et rejette du gaz carbonique. Le sang apporte de l'énergie aux muscles. C'est le sang qui amène l'O₂ et les nutriments dans les muscles. C'est encore lui qui ramène le CO₂ vers les poumons. L'activité physique intense augmente la combustion et donc la demande en O₂ ce qui accroît la fréquence respiratoire et cardiaque ». Ces éléments constituent une sorte de « cahier des charges constitué par les connaissances acquises lors de la dernière séance » sur lequel les élèves s'appuient pour faire des propositions de modélisations de la circulation sanguine.

2.1.2. Trame des contenus supposés dans la séquence et enchaînement des séances

L'objet de savoir visé par P1, selon nous, dans cette séquence est : « Comment le sang circule-t-il ? ». C'est l'objet de savoir cible qui apparaît dans la séquence et pour atteindre cet objet de savoir, un certain nombre de notions sont sollicitées et résumées dans la Figure 8, ci-dessous, p. 114, dans une trame qui reconstitue les articulations supposées, de notre point de vue, entre les différents contenus.

Le document suivant Figure 9, p. 115 présente l'enchaînement linéarisé des séances proposées par P1, dans sa préparation, soit le parcours didactique prévu.

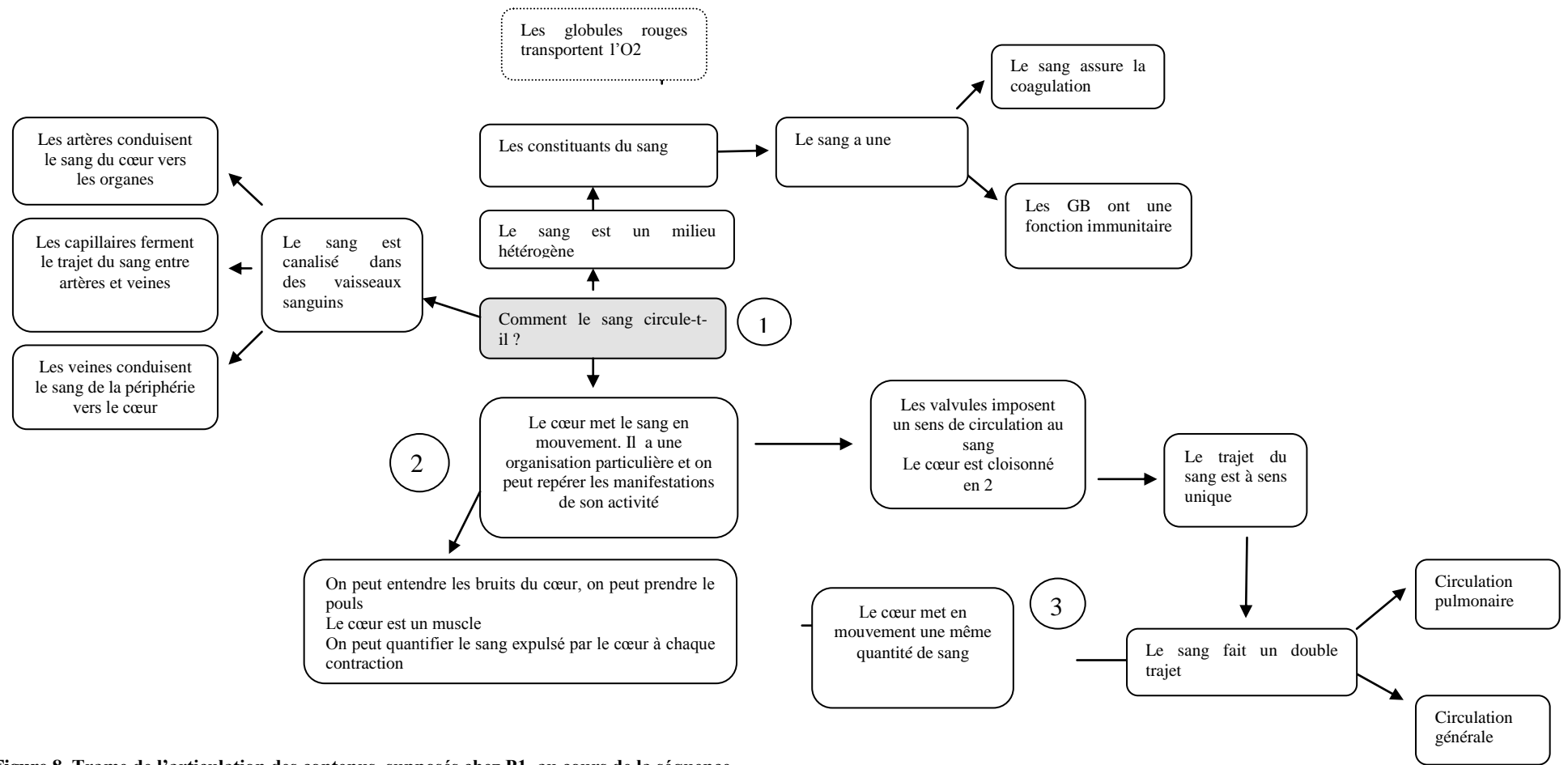


Figure 8. Trame de l'articulation des contenus, supposés chez P1, au cours de la séquence.

(Les numéros sur la figure indiquent l'ordre des séances prévues par P1)

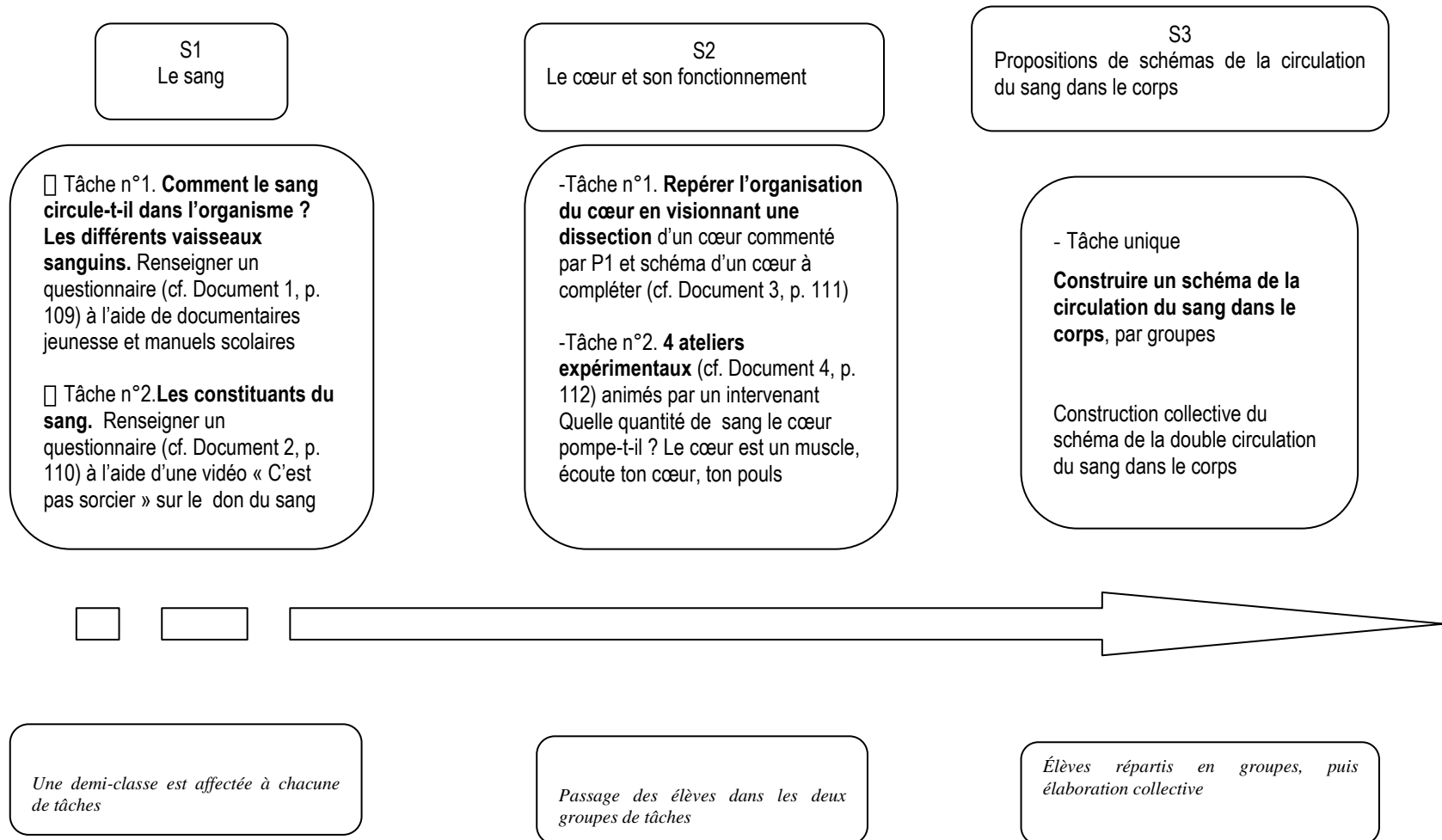


Figure 9. Séquence de travail prévue par P1.

La trame (Figure 8, p. 114) présente l'objet de savoir « comment le sang circule-t-il ? » et les notions constitutives pour la construction de l'objet de savoir, selon P1, telles que nous les comprenons à travers les documents fournis par P1. Le parcours didactique (Figure 9, p. 115) nous indique les prévisions, linéarisées, de P1 pour arriver à cet objet de savoir. A l'aide de ces éléments, parcours didactique et trame des contenus, on peut dire que P1 propose, comme entrée en matière, de s'intéresser au sang en tant que milieu hétérogène pour essentiellement mettre l'accent sur les fonctions immunitaires du sang d'une part et repérer les systèmes de conduction d'autre part. Cette entrée en matière indique que P1 a plutôt tendance à repérer, dans les savoirs liés à la circulation du sang, des aspects en relation avec des pratiques sociales ici liées à la santé : « *les [globules] blancs servent à défendre notre organisme, il faut quand même l'aborder parce que y'a des enfants qui ont des prises de sang, des choses comme ça, des enfants de plus en plus allergiques, et donc, et qu'on fait des recherches dessus* » (Entretien ante S1, annexes, p.17). P1 propose d'étudier le sang comme un milieu hétérogène de sorte à ne pas réduire le sang à une fonction de transporteur (d'O₂ et de nutriments) et du coup valoriser la fonction immunitaire du sang dans une visée d'« éducation à la santé ». Le deuxième aspect développé en priorité est l'étude des systèmes de conduction du sang à travers les vaisseaux sanguins (artères, veines et capillaires) ; ceci est plutôt le reflet d'une centration « biophysique » telle que nous l'avons présentée précédemment (cf. p. 50). On peut poser comme préalable que les centrations épistémiques de P1, quand il s'agit de préparer la séquence, sont plutôt de type « éducation à la santé » et « biophysique ».

Après les constituants du sang et les vaisseaux conducteurs du sang, il est nécessaire selon P1 de comprendre comment celui-ci est mis en mouvement et donc de s'intéresser au cœur. Ce sont les deux premiers axes prévus dans cette séquence : « *je vais attaquer lundi par la problématique du sang et de quoi il est composé... qu'est-ce qui permet à ce sang d'être véhiculé dans le corps et donc parler du cœur* » (Entretien post S2 et ante S3, annexes, p. 16). Ce choix va engager P1, selon sa préparation, à mener un travail, avec les élèves, relatif à l'anatomie et aux manifestations de l'activité cardiaque.

La fin de la séquence est construite par P1 comme une synthèse ou mise en relation d'éléments prélevés sur les deux premières séances : « *Si le cœur éjecte le sang, ces 4 l et demi de sang, ils vont où, donc ... après je pense les mettre par groupes de 4 et une grande feuille, alors, ils auront une silhouette à dessiner et essayer de me faire voir la schématisation de la circulation du sang* » (Entretien post S2 et ante S3, annexes, p. 18). La fin de la séquence semble donc apporter une réponse à la question « comment le sang circule-t-il ? » qui s'avère donc bien être l'objet de savoir principal de la séquence. La stratégie de P1, mêlant deux centrations épistémiques, consiste à poser des éléments concernant le sang puis le cœur et ensuite à les relier, afin de parvenir à la double circulation du sang.

Procédons maintenant à la lecture des contenus épistémiques et épistémologiques sous-jacents dans ces propositions de tâches.

2.2. Analyse épistémique *a priori* : nos interprétations

Nous procédons dans ce qui suit à une analyse des tâches et des documents supports des tâches pour comprendre les intentions contenues dans ces documents-sources (Sensevy, 2011, p. 179-180) lors de la construction du jeu par le professeur.

Rechercher les intentions du professeur c'est en partie commencer la compréhension des jeux *in situ*. Nous analysons les tâches résumées dans le tableau ci-dessous.

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3
Tâche n°1. « Les différents vaisseaux sanguins » (Document 1, p. 109)	Tâche n°1. « Dissection d'un cœur de porc » (Document 3, p. 111)	Tâche unique. « Schémas de la circulation du sang dans le corps »
Tâche n°2. « Les constituants du sang » (Document 2, p. 110)	Tâche n°2. « Ateliers expérimentaux » (Document 4, p. 112)	

Tableau 2. Tâches soumises à l'analyse *a priori* dans la classe n°1

Les interprétations suivantes portent sur les tâches elles-mêmes (construction de savoirs, difficultés prévisibles) et sur les modalités de travail prévues. Nous fournirons enfin une conclusion générale sur l'ensemble des séances.

2.2.1. Analyse épistémique de la séance n°1

2.2.1.1. Analyse de la tâche n°1. « Les différents vaisseaux sanguins »

Le document support de cette tâche est le Document 1, p. 109.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Le questionnaire que les élèves ont à renseigner débute ainsi : « *observe le dessus de ta main lorsque tu serres ton poignet gauche avec ta main droite* » (cf. Document 1, p. 109). Les élèves sont d'abord engagés à mener une observation sur eux-mêmes. Cette première activité permet de repérer au niveau du poignet des tubes bleutés qui apparaissent superficiellement au niveau de la peau, suite à la compression ; ce sont des veines. L'observation de celles-ci, outre le fait qu'elle peut installer les élèves dans une connaissance commune propre à maintenir des obstacles épistémologiques déjà discutés⁶⁶(primat de la perception sur la conceptualisation), ne permet pas de construire que le sang est endigué dans des vaisseaux sanguins dont certains sont superficiels ; tout au plus, cette activité peut suggérer aux élèves que des vaisseaux existent dans le corps.

On notera donc que pour P1, une activité scientifique sur la circulation du sang démarre par une observation.

C'est le travail suivant qui permettra d'aller plus avant dans la connaissance des vaisseaux sanguins. Les élèves doivent tirer des informations à la fois dans les livres qui leurs sont proposés et dans le document 1, livré avec le questionnaire, qu'ils doivent renseigner. Ils doivent commencer par « *chercher...des images de vaisseaux sanguins* » c'est-à-dire se construire une représentation des vaisseaux sanguins à l'intérieur du corps, la première tâche d'observation sur soi ne pouvant, nous l'avons dit, en aucun cas aider à la construction de cette image des vaisseaux. Construire la notion de vaisseaux se fait donc à travers des « *images* », prises dans les différents supports documentaires fournis, et doit dans un second temps être objectivé par une évaluation du « *diamètre des différents vaisseaux* ». On notera que cette information

⁶⁶ Le lecteur peut se référer à la p.66.

relative aux diamètres des différents vaisseaux sanguins est déjà présente à la fin du document 1.

Puis, à travers la fiche à renseigner, P1 demande aux élèves « *d'émettre une hypothèse sur les différentes tailles* » des vaisseaux sanguins. À ce stade du questionnaire, on peut comprendre que ce qui est demandé aux élèves c'est de mettre en lien le diamètre des vaisseaux avec le débit sanguin pour mieux comprendre les lieux de transport à grande ou moyenne vitesse et grand débit et des lieux d'échanges dans des structures à faible débit. Notons que cette notion de débit est difficile à comprendre, surtout pour de jeunes élèves du cycle 3 et que cet aspect est en outre absent dans le questionnaire.

Le terme hypothèse est, en outre, entendu ici comme « *conjecture concernant l'explication ou la possibilité d'un événement* » soit le sens courant ou commun du mot hypothèse si l'on se réfère au dictionnaire (Robert, 1986). Le terme d'hypothèse, écrit par P1, n'est pas entendu ici dans son sens scientifique « *proposition relative à l'explication de phénomènes naturels, admise provisoirement avant d'être soumise au contrôle de l'expérience* » (issu du même dictionnaire), puisque les élèves ne sont pas amenés, dans la suite de la tâche, à concevoir ou produire une quelconque expérience ou une investigation qui permettrait de valider ou non celle-ci. Ce terme d'hypothèse peut donc être entendu différemment selon les élèves et on peut supposer qu'il sera porteur de difficultés, ou en tout cas, pourra appeler des explicitations complémentaires *in situ* ou bien encore une absence de réponse, de la part des élèves, à cette question devant l'ambiguïté du terme mais aussi devant la difficulté à lier débit sanguin (qui est déjà en soi, une notion complexe) et fonction de transport ou d'échanges. On peut se demander également si la signification du terme hypothèse est bien la même pour P1 et pour les élèves ; a-t-on déjà évoqué ce terme en classe ? En sciences ? Dans un autre domaine disciplinaire ? A-t-il la même signification ? Est-ce pour « faire scientifique » que ce terme est utilisé ?

Nous remarquons que le travail mené sur les vaisseaux sanguins, à travers ce questionnaire, s'inscrit résolument dans une vision biophysique de l'approche de la fonction de circulation du sang.

Enfin on peut remarquer, à travers la dernière question du document « *essaie de répondre ... grâce à tes connaissances sur la respiration* » qu'un contenu doit être activé en référence à des connaissances, déjà acquises ou supposées déjà acquises, au cours d'un travail précédent sur la respiration. La mobilisation de connaissances antérieures relatives à la respiration (par exemple l'oxygénation du sang à partir de l'inspiration) et leur mise en réseau avec cette première approche des vaisseaux sanguins devrait s'actualiser dans la dernière partie du questionnaire où apparaissent des données sur les teneurs en oxygène et en glucose du sang artériel et du sang veineux.

Ce travail de mise en relation semble entièrement à la charge des élèves et P1 prête ainsi à la classe une grande confiance en la mémoire didactique pour solliciter des contenus relatifs aux échanges gazeux respiratoires à peine évoqués dans le document-support de cette dernière question du questionnaire.

Savoirs potentiellement en jeu

Malgré les difficultés relevées, ce groupe de tâches à forte orientation biophysique, permet potentiellement de construire *a priori* les connaissances suivantes :

□ les artères, sont des vaisseaux de gros diamètre (en moyenne 2 cm), dans lesquels un sang oxygéné et riche en nutriments circule rapidement du cœur vers les organes, par exemple des muscles.

□ les veines sont des conduits de plus petit diamètre (environ 1 cm) dans lesquels le sang circule plus lentement des organes vers le cœur. Le sang y est plus chargé en dioxyde de carbone et comporte moins de nutriments comme le glucose après son passage dans les muscles.

□ les capillaires sont des conduits de très petits diamètres (1/100 mm) qui établissent la continuité entre les artères et les veines. La vitesse de circulation du sang y est extrêmement faible, de l'ordre de 0,5 mm/s contre 15 à 30 cm/s pour respectivement, les veines et les artères. Dans ces conditions, les échanges en O₂, CO₂, nutriments et déchets sont facilités au niveau des capillaires sanguins.

Ces savoirs axés plutôt sur une description des vaisseaux sanguins sont construits à partir d'un mixte entre des observations sur soi, premières (et qui peuvent poser difficulté) et des activités documentaires, menant essentiellement à des définitions de termes et insistant, de fait, très peu sur une mise en avant d'un sang transporteur de gaz respiratoires ou de nutriments. Le travail sur questionnaire aboutit à une juxtaposition de propositions sans mise en relation entre taille des vaisseaux, débit sanguin et composition du sang. Si cette mise en relation est l'enjeu de la tâche, alors elle serait à la charge de l'élève

2.2.1.2. Analyse de la tâche n°2 « Les constituants du sang »

Le document support de cette tâche est le Document 2, p. 110.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Au cours de cette tâche, les élèves renseignent le questionnaire du Document 2, p. 110. Cette tâche permet, *a priori* dans l'esprit de P1, on peut le supposer, de prélever des informations sur les divers constituants du sang, à partir d'un film de vulgarisation scientifique, bien connu des élèves, relatif au don du sang. Cette tâche est très nettement à centration « éducation à la santé » en proposant d'aborder parmi les différentes fonctions du sang, la fonction immunitaire. Le questionnement relatif à cette tâche est à rattacher à des pratiques sociales de référence du domaine médical (transfusion sanguine, don du sang etc.) qui sont bien présentes dans le film à visionner servant de support à la tâche et qui semblent importantes pour P1. Trois questions du questionnaire sur cinq portent sur le plasma ou les fonctions immunitaires du sang. Seule une question est relative aux globules rouges comme transporteur des gaz respiratoires. Enfin une dernière question porte sur les différents éléments qui constituent le sang.

La tâche est construite de telle façon que les élèves au fil du déroulement du film doivent répondre à chaque question successivement et pour laquelle la réponse attendue se résume, le plus généralement à un mot ; il s'agit donc d'une tâche construite sur la maîtrise de vocabulaire, sous forme de liste, relatif aux constituants du sang et que les élèves doivent mémoriser. Il en résulte, à l'issue de la tâche, des éléments descriptifs à fournir concernant les constituants du sang ; le sang est constitué de différents éléments, plasma, globules rouges, globules blancs, plaquettes, etc.

Savoirs potentiellement en jeu

Au cours de cette tâche, l'élève peut potentiellement apprendre que le sang est hétérogène et qu'il a, de fait, des fonctions différentes ; les globules rouges, par

exemple, transportent O₂ et CO₂, les globules blancs ont un rôle dans les défenses immunitaires. Nous notons que ces tâches convoquent un niveau d'étude, cellulaire, que nous avons noté comme n'étant pas celui de l'école élémentaire, et qui, de fait, posera sans doute des difficultés de compréhension. Sur le plan de la nature des savoirs, ceux-ci sont relatifs aux constituants du sang et sont sous forme de liste et plutôt descriptifs.

2.2.1.3. Modalités de travail et interactions avec les élèves au cours de S1

Au cours de ce travail les élèves sont face au film, en présence de l'EVS⁶⁷, il n'y a pas d'autre interaction prévue, notamment avec P1. On peut donc supposer que l'enseignante considère qu'aucune aide n'est nécessaire pour la réalisation de la tâche ; les élèves doivent extraire directement des informations du visionnage d'un film. P1 fait donc entièrement confiance au milieu d'apprentissage pour que les élèves y trouvent tout ce qui est nécessaire pour répondre au questionnaire.

Dans la préparation de P1, il n'est pas prévu non plus que les élèves « tournent » dans les ateliers c'est à dire réalisent la tâche n°1 et la tâche n°2. Cela signifie aussi que P1 ne prend en charge qu'une demi-classe, l'autre étant à la charge de l'EVS, dans une salle sans communication avec la classe où officie P1. Chaque demi-classe travaille donc un groupe de tâches et donc un aspect seulement, soit relatif aux constituants du sang, soit aux vaisseaux sanguins. Nous ne pouvons donc considérer comme complémentaires ces deux groupes de tâches que dans la mesure où les deux demi classes confrontent ce qu'elles ont découvert, en fin de séance. Les échanges ne porteront donc pas sur les mêmes objets de savoir ni sur les mêmes modalités de prise d'informations, les deux tâches étant vraiment différentes, nous l'avons vu. On peut supposer qu'en fin de S1, P1 aura à gérer deux demi-classes échangeant sur des objets de savoir finalement très différents traités à travers des mises en œuvre différentes elles aussi. Un groupe est sur une centration biophysique qui pourra réutiliser ces savoirs dans le cadre de la construction du concept de circulation du sang. Pour l'autre groupe, qui a plutôt une orientation éducation à la santé, le réinvestissement est nettement moins évident si on se situe dans l'étude de la circulation sanguine. Cela laisse prévoir une institutionnalisation des savoirs acquis au niveau de la classe entière assez difficile à mener ou en tout cas qui devra s'exercer sur la base d'une mutualisation des résultats de l'analyse des documents proposés, de procédures ou d'écrits qui favoriseront les échanges. Ce temps de confrontation doit servir, selon la fiche de préparation de P1, à « *construire ensemble un résumé sur la composition du sang et les différents vaisseaux sanguins : de quoi est constitué le sang ? Comment circule-t-il dans l'organisme ?* »

2.2.1.4. Conclusion à l'analyse épistémologique de S1

Finalement, cette séance n°1 est fortement axée sur des savoirs puisés dans le registre biophysique (les vaisseaux sanguins et leurs diamètres) et éducationnel (film sur le don du sang). Elle est initiée pour un des groupes de la classe par une première activité d'observation. Les types de savoirs potentiels, dans chacun des groupes, sont épistémologiquement de nature assez différente ; les uns sont des listes de mots, les autres tentent quelques mises en relation entre la structure des vaisseaux et leur

⁶⁷ EVS : Emploi Vie Scolaire (il s'agit d'un emploi qui répond avant tout à une volonté de lutter contre le chômage ; il n'y a pas de qualification particulière pour cet emploi, il est sous la responsabilité de la directrice de l'école).

fonction. En outre, P1 fait une grande confiance au milieu préfiguré et aux élèves quand ceux-ci travailleront seuls face au film et renseigneront leur questionnaire. Enfin, P1 suppose une réactivation aisée des connaissances et leur intégration dans un raisonnement, de la part des élèves, à propos de la respiration, puisque cette mémoire didactique est supposée être mise en route d'elle-même et sans aucun support didactique prévu, en tout cas dans les préparations de P1. Aucune aide ne semble prévue pour les mises en relation entre les différents éléments étudiés successivement ou en parallèle. On peut se demander si l'enseignante les juge nécessaires ou si elle considère qu'elles vont de soi.

2.2.2. Analyse épistémique de la séance n°2

2.2.2.1. Analyse de la tâche n°1 « Dissection du cœur »

Le document support de cette tâche est le Document 3, p. 111.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Cette tâche, pilotée par P1, est essentiellement une activité d'observation d'une dissection vue sur un écran de télévision et commentée par le professeur. Certaines difficultés peuvent être rencontrées par les élèves, notamment le repérage correct des côtés droit et gauche du cœur, sur l'écran de télévision mais aussi sur le schéma distribué en fin de séance ; la partie droite du cœur se trouve sur la partie gauche de la feuille ou de l'écran. Un travail préalable de latéralisation peut être utile pour aider à dépasser cette difficulté qui peut être importante notamment pour des enfants dyslexiques ou tout simplement pour ceux qui confondent encore leur côté droit et leur côté gauche.

Le support documentaire propose en début de film une présentation de l'ensemble cœur/poumons qui pourrait être l'occasion pour P1 de resituer le lien intime entre respiration et circulation sanguine, lien ici de nature anatomique ; des vaisseaux lient le cœur aux poumons, d'autant qu'il en est question à la fin du questionnaire de la séance S1.

Savoirs potentiellement en jeu

Au vu de la vidéo, les objets de savoir qui peuvent être construits à travers cette tâche de visionnement d'une vidéo sur la dissection d'un cœur de porc, sont les suivants :

□ Le cœur est un muscle creux à quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules séparés par une cloison inter ventriculaire. Le ventricule gauche est environ trois fois plus épais que le ventricule droit. Oreillette et ventricule communiquent d'un même côté par des valvules auriculo-ventriculaires. Elles permettent le passage du sang dans le sens oreillette vers ventricule et jamais en sens inverse : elles imposent un sens de circulation. Le sang circule à sens unique dans le cœur. Des valvules artérielles existent à la base des artères (valvules sigmoïdes).

□ Quatre gros vaisseaux sont en relation avec le cœur : les veines caves (supérieure et inférieure) amènent le sang dans l'oreillette droite et les 4 veines pulmonaires amènent le sang dans l'oreillette gauche. Deux vaisseaux partent du cœur : l'artère aorte part du ventricule gauche et l'artère pulmonaire part du ventricule droit.

Les savoirs ici listés sont des descriptions anatomiques relatives au cœur. En lien avec la séance S1, la composition du sang circulant dans le cœur peut être évoquée ; le sang riche en dioxygène transite dans la partie gauche du cœur tandis que

le sang riche en dioxyde de carbone circule dans la partie droite du cœur. Cette tâche amène à la production de savoirs descriptifs de l'anatomie cardiaque.

2.2.2.2. Analyse de la tâche n°2 « Les manifestations de l'activité cardiaque »

Le document support de cette tâche est le Document 4, p. 112.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Atelier 1 : *quelle quantité de sang le cœur pompe-t-il ?*

Cet atelier consiste à vider un seau contenant 4,5 litres d'eau dans une bassine à l'aide d'une tasse. Potentiellement, cet atelier permet de simuler une partie de l'activité du cœur qui à chaque contraction expulse 70 à 85 ml de sang dans l'artère aorte. Cette tâche proposée aux élèves peut correspondre à une modélisation par analogie leur permettant d'accéder à un aspect du travail cardiaque : son travail de propulsion du sang à chaque contraction. L'analogie fonctionne de la façon suivante : le travail fait par l'enfant pour vider les 4 litres d'eau du seau vers la bassine peut correspondre au travail effectué par le cœur pour propulser une quantité équivalente de sang dans les artères en une minute. C'est en faisant des associations de ce type et en pointant les domaines de validité de l'analogie qu'un modèle tel conceptuel du travail du cœur peut être construit.

Cependant, en proposant cette tâche, au début de S2, c'est-à-dire avant toute autre entrée en matière, P1 engage les élèves dans un « *processus qu'on pourrait dire dans une certaine mesure inverse de celui de la modélisation* » (Sensevy, 2011, p. 337, version web, revenant sur les travaux de Santini, 2010). En effet, la modélisation d'un phénomène part en général de ce phénomène pour en extraire un système de traits fondamentaux permettant de l'expliquer. « *Ici, à l'inverse, il s'agit de remonter du modèle analogique, c'est-à-dire du produit de la modélisation, vers le phénomène qu'il représente ou, plus exactement, vers un modèle conceptuel de ce phénomène* ». Le modèle n'ayant pas été proposé par les élèves, cet atelier est conçu pour que des analogies soient faites entre le transvasement d'eau et un modèle conceptuel de propulsion du sang par le cœur. Cette démarche « inverse » est difficile à mener par les élèves surtout s'ils ne sont pas en présence de P1 ; ceci peut être source de difficultés car les élèves auront entièrement à leur charge la formalisation des éléments mis en relation dans un modèle et saisir les correspondances dans l'autre, ainsi que les limites entre les deux. L'enseignante semble considérer que la mise en correspondance se fait automatiquement chez les élèves.

Ensuite, une approche quantitative, proposée dans l'atelier, *-quelle quantité de sang le cœur pompe par jour-* permet d'approcher la très grande quantité de sang mise en mouvement par jour par le muscle cardiaque et ainsi comprendre un rôle du cœur comme propulseur du sang dans l'organisme. Il est donc possible de formaliser à l'issue de cet atelier que le cœur est une pompe qui met le sang en mouvement et quantifier le sang mis en mouvement par le cœur, par unité de temps et ainsi approcher le débit cardiaque. On peut aussi effectuer le calcul du nombre de litres de sang pompé en un jour soit : 4,5 litres de sang en une minute X 60 minutes X 24 heures = 6480 litres de sang pompé par jour par le cœur. Ce calcul permet d'arriver au même constat que celui fait par Harvey et ensuite de poser des questions majeures sur l'origine et le devenir d'une telle quantité de sang transitant dans le cœur en rapprochant cet atelier des études historiques de Harvey qui avait imaginé le concept de circulation sanguine entre autres par une approche impliquant le calcul mathématique semblable à ce que nous venons de présenter.

Il y a donc potentiellement dans la conception de cet atelier de nombreuses opportunités pour placer les élèves dans des conditions de construction de savoirs soit par modèle analogique, (moyennant les réserves faites plus haut), soit en procédant à une quantification (du sang circulant dans le corps) analogue là aussi à celle pratiquée historiquement par Harvey⁶⁸.

Au final, l'introduction d'un calcul après avoir effectué la tâche de transvasement est une façon de redonner un sens à la manipulation faite et la transposer pour répondre à la question mise à l'étude. On peut comprendre le calcul demandé aux élèves comme une invitation à convoquer des données quantitatives pour construire des explications et sans doute aussi aider à secondariser⁶⁹ (au sens de Bautier, 2006) la tâche dans laquelle ils sont impliqués (transvaser des tasses d'eau) pour ne pas en rester à l'activité.

Cet atelier fonctionne donc sur des analogies – travail de propulsion du sang par le cœur et analogie de raisonnement avec celui, historique et mathématique, d'Harvey- qui doit être soutenu par un travail d'aide à la secondarisation (au sens de Bautier, 2006) qui consisterait à préciser les deux domaines comparés et à établir la correspondance, terme à terme, entre les deux, et préciser enfin ce qui ne peut pas être analogue. Ce travail d'étayage nécessite la présence de P1 qui a pourtant en charge l'atelier précédent de dissection. Si ce n'est P1 qui aide les élèves dans le repérage de ces analogies, ce doit être alors l'animateur de l'atelier. Si aucun adulte n'explique les analogies et leurs limites, on peut présumer que cet atelier en restera à l'activité sans permettre aux élèves de saisir les enjeux conceptuels et identifier les objets de savoir en jeu dans cet atelier.

Atelier 2 : le cœur est un muscle

Dans cet atelier, les élèves doivent serrer une balle de tennis avec la main 70 fois par minute pour approcher le travail musculaire intense effectué par le cœur. Il s'agit ici de mettre en évidence que le cœur est un muscle qui travaille sans arrêt. Avoir mal à la main à la fin de l'atelier est censé, toujours par analogie, pouvoir faire comprendre l'intense travail cardiaque et l'intense activité musculaire du cœur et peut être aussi montrer que le cœur est un muscle qui travaille et que sa contraction est à mettre en relation avec l'éjection du sang. Cet atelier ne semble pas apporter de savoirs très nouveaux par rapport au précédent car le travail du cœur peut avoir été mis en avant dans l'atelier précédent, dans l'hypothèse où P1 fait avec les élèves un travail d'aide à la secondarisation que nous estimions nécessaire ci-dessus. Ce dernier atelier semble présenter un caractère plus ludique. Les mêmes remarques (formulées ci-dessus) quant au fonctionnement efficace de cet atelier peuvent être reprises ici ; il y a nécessité d'un travail d'aide à la secondarisation si on ne veut pas en rester à l'activité et s'assurer de dégager des objets de savoir pertinents au service de la

⁶⁸ Modérons ce dernier point en indiquant que l'étape de transvasement d'eau peut être un obstacle à la compréhension de la notion de circuit sanguin fermé. L'analogie des tasses d'eau transvasées, dont les limites ne seraient pas explicitées, ne risque-t-elle pas de faire obstacle à l'idée d'un circuit complètement fermé ?

⁶⁹ Dans ses travaux, Bautier indique que les « élèves qui n'identifient pas les enjeux cognitifs et les objets de savoir sont sur un registre de travail immédiat, spontané, réduit à sa transparence ». Dans ce cas, des élèves peuvent avoir des difficultés à la construction de savoirs et concepts, c'est-à-dire à adopter « une posture cognitive seconde, qui implique un engagement intellectuel » (Bautier, 2006, p. 117). Dans ce cas précis, des objets familiers sont impliqués dans l'activité proposée dans l'atelier ; P1 exige alors des élèves qu'ils effectuent une opération de transformation cognitive sur les objets eux-mêmes en les scolarisant c'est-à-dire en les considérant non plus comme des objets du quotidien mais en les « secondarisant » pour les considérer comme des objets supports d'apprentissage.

circulation du sang. Explicitement, nous n'en trouvons trace ni dans les entretiens, ni dans les préparations de P1.

Atelier 3 : écoute ton cœur

Dans cet atelier, il s'agit d'écouter les bruits du cœur avec un stéthoscope et ainsi appréhender l'idée que le cœur est actif à travers certaines manifestations. Cette tâche doit permettre aux élèves de constater une régularité des bruits recueillis entendus *via* le stéthoscope, que cette régularité est propre à chaque individu. La tâche permet de localiser la place du cœur dans la cage thoracique du côté gauche, lieu où l'on entendra le mieux les manifestations cardiaques. *A priori*, la conduite de cette tâche permettrait d'aller jusqu'à la compréhension des bruits du cœur ; en effet, au cours de la révolution cardiaque les valvules jouent un rôle fondamental dans l'hémodynamique cardiaque (en imposant un sens de circulation au sang) et le bruit de leur fermeture est décelable à l'auscultation lorsqu'on écoute le cœur au stéthoscope, mais ceci ne pourrait se faire que si un lien est établi avec le travail de dissection analysé plus haut. Explicitement, ceci n'est pas prévu dans la préparation de P1 ; ce travail de mise en lien, difficile, ne nous semble pas devoir être entièrement à la charge de l'élève. Dans ce cas, l'enjeu de l'atelier est donc simplement de repérer une manifestation de l'activité cardiaque, en écoutant les bruits du cœur.

La dernière question posée dans cet atelier – *pourquoi penses-tu que l'exercice physique est bon pour le cœur ?* - n'est pas en lien direct avec l'écoute du cœur à l'aide du stéthoscope. Les élèves n'ont pas les moyens de répondre à cette question dans le cadre des activités menées dans cet atelier, ou d'activités menées antérieurement ; on peut alors considérer que cette question est plutôt une façon d'aborder un aspect d'éducation à la santé à travers la pratique sportive régulière, ou que cet aspect sera repris ultérieurement ?

Atelier 4 : ton pouls

Les élèves doivent prendre et noter leur pouls individuellement. Cet atelier est encore dirigé vers un recueil des manifestations de l'activité cardiaque. Le pouls artériel est un durcissement passager des artères dû à la propagation d'une onde de choc qui naît à chaque contraction du cœur (il s'agit en fait de la systole ventriculaire). Les élèves peuvent percevoir le pouls lorsqu'ils effleurent les vaisseaux sanguins, affleurant sous la peau, avec le doigt. Ils peuvent repérer le pouls au repos à différents endroits du corps : cou, tempe, poignet. Le pouls peut être mesuré par unité de temps ; il est d'une centaine de battements par minute chez un jeune enfant, au repos. La fiche de présentation de cet atelier est suffisamment explicite pour que les élèves puissent percevoir leur pouls facilement au niveau du cou ou du poignet.

L'atelier propose uniquement de prendre le pouls au repos et pas en situation d'effort. On peut donc dire qu'il ne s'agit pas ici de faire de lien entre un effort et l'adaptation de la fonction cardiaque à cet effort. Il s'agit de repérer une manifestation de l'activité cardiaque, le pouls, à différents endroits du corps.

Savoirs potentiellement en jeu

Ce deuxième groupe de tâches représenté par les 4 ateliers que nous venons d'analyser sont très riches en informations et en savoirs divers, nous venons de le voir. Potentiellement ils sont porteurs d'un grand nombre de connaissances relatives au cœur et aux manifestations de l'activité cardiaque. Ils sont aussi porteurs de pratiques de savoirs scientifiques (quantification et mesures par exemple) :

- Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier et qui peut être intense ; L'activité du cœur peut aussi être repérée par le pouls dont on peut saisir la régularité en mesurant le nombre de pulsations ressenties par unité de temps,
- Le muscle cardiaque met une quantité de sang en mouvement que l'on peut calculer par unité de temps pour accéder au débit cardiaque,
- Le calcul de cette grande quantité de sang mise en mouvement peut interroger sur l'origine d'une telle quantité dans le corps,
- L'activité du cœur est traduite par des bruits que l'on peut entendre à travers un instrument, le stéthoscope. Ces bruits peuvent être compris en lien avec des éléments anatomiques du cœur (les valvules),
- Le pouls est un durcissement passager des artères sous l'onde de choc qui naît à chaque systole ventriculaire. Sa mesure est la traduction de l'activité cardiaque.

On note donc au final surtout la richesse tant sur le plan épistémique que sur le plan des conditions de production des savoirs dans ces ateliers, si toutefois ils sont accompagnés d'aides suffisantes pour mettre au jour les contenus épistémiques et réfléchir aux pratiques qui les fondent.

2.2.2.3. Modalités de travail et interactions avec les élèves

P1 prévoit que les élèves « passent » dans chaque atelier et effectuent les deux tâches proposées. Cela signifie que les élèves parcourront en totalité les voies d'apprentissage mises en œuvre par P1, (contrairement à la séance S1), et entreront dans des pratiques de savoir originales par rapport aux autres tâches proposées jusqu'à présent. On peut aussi, dans le même temps, supposer que le travail de dissection est un enjeu majeur dans cette séance, puisqu'il est encadré par P1 alors que les ateliers relatifs aux manifestations de l'activité cardiaque sont délégués à un parent d'élève. Dans ce cas, on peut estimer que les ateliers, pris en charge par l'intervenant, auraient une fonction plus secondaire. En tout cas, le travail de secondarisation que nous estimions nécessaire, s'il est assuré, ne le sera pas par P1. Il n'est pas prévu de temps de mutualisation entre les deux tâches ; cela pourrait confirmer notre hypothèse selon laquelle l'enseignante considère que l'atelier dissection se suffit à lui-même et les autres ateliers pourraient en rester à des « activités », en tout cas, il n'est pas prévu de lien entre les ateliers donnant lieu à un travail spécifique.

2.2.2.4. Conclusion à l'analyse épistémologique de S2

Le premier groupe de tâches avec le visionnement d'une vidéo de dissection propose d'approcher l'anatomie cardiaque sur des modalités qui remettent en jeu de nouveau de l'observation, comme cela l'avait été en S1. En revanche, les ateliers du second groupe de tâches, permettent, sur le plan épistémologique, d'approcher une autre forme de construction de savoirs (quantification, mesures, modélisation) ; les élèves pourraient pratiquer des mesures, des quantifications et accéder à des modélisations à l'origine de raisonnements qui peuvent les conduire à une réflexion sur la notion de circulation du sang et sur le fonctionnement du cœur. Ces pratiques de savoir présentées à travers les ateliers semblent plus riches, sur le plan épistémologique, que toutes celles que nous avons vues jusqu'à présent, si toutefois, elles sont menées avec un certain nombre de précautions que nous évoquions plus haut.

2.2.3. Analyse épistémique de la séance n°3

2.2.3.1. Analyse de la tâche unique « Construction de modèles de la circulation sanguine »

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Les élèves doivent produire au cours de la séance S3 des propositions de modélisations de la circulation sanguine, en prenant appui sur un cahier des charges constitué par les connaissances acquises lors des séances précédentes. Nous reprenons, en italique ci-dessous, les connaissances supposées acquises, et nous les discutons.

« *Le cœur propulse le sang dans le corps en se contractant ; c'est un muscle : il peut être comparé à une pompe* ». Au cours des ateliers délégués à un parent d'élève, ces objets de savoirs pourraient être dégagés.

« *Le sang et l'air se rencontrent dans les poumons. Au niveau des poumons, le sang prend de l'oxygène et rejette du gaz carbonique.* » On peut supposer que ces éléments pourraient émerger pour une demi-classe à la fin de la tâche n°1 de la séance S1.

« *C'est le sang qui amène l'O₂ et les nutriments dans les muscles. C'est encore lui qui ramène le CO₂ vers les poumons* ». Ces objets de savoir sur lesquels compte P1, ici en S3, pourraient être en fait le résultat de la synthèse des travaux de S1. Le groupe « constituants du sang » a formalisé que les globules rouges transportent l'O₂ et le CO₂, qu'il y a du sucre dans le sang. Le groupe « vaisseaux sanguins » a du faire appel à ses souvenirs concernant la respiration et le fait que le CO₂ est rejeté au niveau des poumons. C'est bien une synthèse réorganisée de ces deux contenus qui permet de parvenir à une formulation du type : le sang est un transporteur de l'oxygène et des nutriments vers les muscles et un transporteur du CO₂ vers les poumons ; c'est en tout cas la stratégie choisie pour y parvenir. Il n'est pas du tout sûr que chaque élève fasse sienne cette synthèse, dans les conditions du déroulement prévu de S1. Ainsi la proposition discutée dans ce paragraphe peut faire défaut à certains élèves et on peut se demander ce que l'enseignant a prévu pour les élèves qui ne se sont pas appropriés les connaissances supposées acquises en S1.

« *L'activité physique intense augmente la combustion et donc la demande en O₂ ce qui accroît la fréquence respiratoire et cardiaque* ». Cet élément n'a jamais été discuté, à notre sens, de façon explicite dans les préparations fournies. Ce versant relatif à la fonction de nutrition de la circulation sanguine n'a jamais été abordé. Ce ne peut être un élément de contenu sur lequel P1 peut s'appuyer au cours de S3.

Les savoirs potentiellement en jeu

Le système de tâches proposé en S3 est donc conçu pour permettre une mise en réseau de connaissances élaborées pour partie dans les séances précédentes et amener à une construction de modèles possibles de la circulation du sang que les élèves seraient en mesure d'argumenter et de défendre comme modèles pertinents. Le système de tâches est conçu pour mettre en lien des savoirs travaillés depuis le début de la séquence :

- Le cœur est sur le trajet du sang. Il propulse le sang dans le corps en se contractant ;
- Le sang va du cœur aux poumons ;
- Au niveau des poumons, le sang prend de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone ;
- Le sang oxygéné va des poumons au cœur ;

- Le sang amène l'O₂ et les nutriments dans les muscles. C'est encore lui qui ramène le CO₂ vers les poumons ;
- La circulation se fait à sens unique.

Au final, cette séance a pour objectif l'élaboration collective d'un modèle de la circulation sanguine, dans lequel sont distinguées la circulation sanguine pulmonaire et la circulation sanguine générale. Ainsi, « *le schéma correct est peu à peu constitué au tableau* » (préparation de P1). Les savoirs en jeu sont donc qu'il y a une circulation sanguine pulmonaire ou petite circulation entre le cœur et les poumons et une circulation sanguine générale ou grande circulation entre le cœur et les organes du corps.

2.2.3.2. Modalités de travail et interactions entre les élèves

P1 choisit de faire produire des schémas de la circulation sanguine par petits groupes d'élèves. Il y aura ensuite confrontation des propositions des élèves au sein du collectif ; « *celles-ci sont critiquées et contre-argumentées en fonction du cahier des charges* », puis « *la solution technique se poursuit par des allers-retours entre les présentations en grand groupe et la recherche en petits groupes* » comme on peut le voir dans la préparation de P1. On comprend que P1 souhaite créer les conditions d'un débat argumenté et contradictoire propice à la construction du concept de double circulation sanguine. On est ici face à un élément que l'on peut interpréter comme relevant d'une certaine image de la science (les connaissances scientifiques se construisent ; importance des controverses ...) et de la transposition dans la classe des pratiques des scientifiques (en particulier l'argumentation).

2.2.3.3. Conclusion à l'analyse a priori de S3

P1 souhaite partir d'un « *cahier des charges* » pour en quelque sorte faire bâtir des schémas en partant d'un certain nombre de nécessités. C'est le respect de ces conditions nécessaires qui fournira une forme de validation aux schémas produits. Les élèves auront donc la possibilité de discuter des schémas à l'aune de ces contraintes et ainsi de produire un savoir dont on sait qu'il respecte des nécessités, c'est-à-dire un savoir apodictique. Ce régime de production en fait un savoir scientifique, d'autant qu'il est potentiellement produit au cours d'un débat argumenté.

2.3. Conclusion générale à l'analyse a priori

L'analyse *a priori* des tâches proposées aux élèves par P1 appelle un certain nombre de commentaires que nous proposons d'organiser en termes de types de production de savoirs potentiels, d'éléments du milieu anticipés et d'organisation de classe qui représentent des éléments prédictifs pour l'analyse *in situ* produite dans la section suivante.

2.3.1. A propos des savoirs potentiellement en jeu

Nous indiquons ci-après dans un tableau récapitulatif, les savoirs potentiellement produits à l'issue de cette séquence.

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3
<p>Tâche n°1 « Les différents vaisseaux sanguins »</p> <p><input type="checkbox"/> les artères, sont des vaisseaux de gros diamètre, dans lesquels le sang circule rapidement du cœur vers les organes</p> <p><input type="checkbox"/> les veines sont des conduits de plus petit diamètre dans lesquels le sang circule plus lentement des organes vers le cœur.</p> <p><input type="checkbox"/> les capillaires sont des conduits de très petits diamètres qui établissent la continuité entre les artères et les veines. La vitesse de circulation du sang y est extrêmement faible ; les échanges sont favorisés</p> <p>Observation de documents</p>	<p>Tâche n°1 « Dissection d'un cœur de porc»</p> <p><input type="checkbox"/> Le cœur est un muscle creux à quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules séparés par une cloison interventriculaire. Oreillette et ventricule communiquent d'un même côté par des valvules auriculo-ventriculaires. elles imposent un sens de circulation. Le sang circule à sens unique dans le cœur.</p> <p><input type="checkbox"/> Les veines (caves et pulmonaires) amènent le sang au cœur. Les artères (aorte et pulmonaire) partent du cœur</p> <p>Observation d'une dissection</p>	<p>Tâche unique « Schémas de la circulation du sang dans le corps »</p> <p>- une circulation sanguine pulmonaire ou petite circulation entre le cœur et les poumons</p> <p>- une circulation sanguine générale ou grande circulation entre le cœur et les organes du corps.</p> <p>Débat argumenté</p>
<p>Tâche n°2 « Les constituants du sang »</p> <p>Le sang est constitué de différents éléments : plasma, globules rouges qui transporte le dioxygène, globules blancs jouant un rôle dans les défenses immunitaires, plaquettes,</p> <p>Vidéo</p> <p>(<i>intervenant</i>)</p>	<p>Tâche n°2 « Ateliers expérimentaux »</p> <p><input type="checkbox"/> Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier ; cette activité peut être repérée par le pouls (nombre de pulsations par unité de temps),</p> <p><input type="checkbox"/> Le muscle cardiaque met en mouvement une quantité de sang que l'on peut calculer par unité de temps</p> <p><input type="checkbox"/> Le calcul de cette grande quantité de sang mise en mouvement peut interroger sur l'origine du sang dans le corps,</p> <p><input type="checkbox"/> L'activité du cœur est traduite par des bruits que l'on peut entendre à travers le stéthoscope. Ces bruits peuvent être compris en lien avec les valvules</p> <p>Pratiques qui favorisent le calcul, la quantification, la mise en lien et la modélisation</p> <p>(<i>intervenant</i>)</p>	

Tableau 3. Récapitulatif des savoirs potentiellement en jeu dans la classe n°1.

L'entrée en matière, dès S1, indique que la conception du travail de P1 s'ancre dans deux centrations épistémiques « éducation à la santé » et « biophysique ». Ainsi, P1 propose d'aborder la circulation du sang par des éléments descriptifs du sang et des éléments qui l'endiguent. La mise en lien de la circulation du sang avec les autres fonctions de nutrition est le point que nous pouvons noter comme étant en creux dans cette séquence ; il n'apparaît pas de façon explicite dans le cours de cette analyse *a priori*. En tout cas, l'usage qui est fait des savoirs, dans les prévisions de P1, ne montre pas de relations entre les fonctions de nutrition ou ces relations semblent aller de soi.

Concernant la nature des savoirs, on peut délimiter un premier groupe de savoirs, plutôt descriptifs (des vaisseaux sanguins, de la composition du sang, de l'anatomie cardiaque) qui sont produits avec des documents-soutiens qui sollicitent surtout l'observation (des documentaires jeunesse, des films). Dans un second ensemble, on trouve des savoirs (manifestations de l'activité cardiaque dont la rythmicité, quantité de sang mise en mouvement par le cœur par unité de temps, débit cardiaque) potentiellement produits en lien avec des pratiques qui favorisent le calcul, la quantification, la mise en lien et la modélisation ; c'est le cas notamment pour les tâches des ateliers expérimentaux porteuses possiblement à la fois de savoirs et de pratiques de savoirs scientifiques très riches. Les situations de travail conçues par P1 pour les élèves, à ce moment-là de la séquence, rendent compte implicitement d'une théorie de l'enseignement des sciences visant le développement de compétences scientifiques chez les élèves autour de la quantification et de la mesure pour construire et bâtir des raisonnements scientifiques, ici relatifs à la construction d'un modèle de la circulation du sang.

Enfin la dernière séance S3, en faisant produire des schémas de la circulation du sang aux élèves, met en avant le débat argumenté autour des productions et propose des conditions d'élaboration des savoirs qui mènent les élèves vers des pratiques de savoirs épistémologiquement plus denses que ceux du premier groupe, nous pouvons même dire apodictiques si les savoirs de S3 sont produits à l'aune du cahier des charges énoncé en début de séance.

Au final, dans cette classe, l'intention terminale est bien celle que nous engageons au début de cette analyse, à savoir répondre à la question « où et comment le sang circule-t-il ? » ; cette intention est, nous semble-t-il, claire. Ce sont les chemins pour y aller qui le sont moins. Qu'elle importance cela a-t-il de connaître la composition du sang et les fonctions immunitaires du sang pour appréhender la double circulation sanguine dans le corps ? Ainsi si l'objectif affiché est clair, les stratégies pour y arriver sont plus brouillées, moins évidentes pour le chercheur, pour les élèves aussi sans doute.

2.3.2. Les éléments du milieu anticipé

Revenons sur les milieux intentionnellement prévus pour produire ces deux grands types de savoirs. P1 fait une grande confiance à la mémoire didactique de cette classe. En effet, la réactivation des souvenirs, en S1, à propos de la respiration – le sang se charge en oxygène dans les alvéoles pulmonaires- devrait, selon P1, se faire sans problème et aussi sans support, en estimant que les acquis seront mobilisés immédiatement et qu'ils seront aussi très rapidement mis en lien avec les contenus nouveaux mobilisés. Les séances sur la respiration ayant eu lieu en CM1 voire en CE2 pour certains, nous faisons le pari que cette mise en lien sera difficile et qu'un étayage de P1 sera sûrement nécessaire pour conduire les élèves vers une réussite plus assurée.

Nous retrouvons cette confiance peut-être excessive quand il s'agit de mettre les élèves face à un film (sur le don du sang) pour en extraire les éléments de savoir adéquats. C'est ainsi une grande confiance qui est faite par P1 au(x) milieu(x) anticipé(s), aux documents-sources ou support des tâches pour que les élèves identifient et produisent des savoirs. Les savoirs et la manière de construire ces savoirs doivent se trouver dans les documents (expériences, films, manuels, etc.) et confiance est faite aux élèves aussi pour délimiter ces savoirs. Or tout un système de tâches (les ateliers expérimentaux, notamment) demandent, nous l'avons vu, une aide à la secondarisation pour pouvoir tirer toute la substance à la fois épistémique et

épistémologique des ateliers proposés. Cette confiance dans les milieux, voir les « allants de soi » ne nous semblent pas sans lien avec l'élément suivant.

2.3.3. À propos de l'organisation de la classe

En effet, un troisième élément qui nous semble émerger de cette analyse *a priori* est le fait que les élèves ne participent pas systématiquement à tous les groupes de tâches. Certains vont avoir un parcours clairement axé sur une vision biophysique des vaisseaux sanguins pendant que d'autres auront exploré un versant « éducation à la santé ». Dans les deux premières séances, les élèves ont beaucoup de responsabilités dans l'identification des savoirs tandis que la responsabilité est plus partagée entre P1 et les élèves en S3. De plus, à l'intérieur de ces parcours hétérogènes, P1 délègue un certain nombre de tâches, à des intervenants ; film visionné en présence de l'EVS ou ateliers à la charge de l'intervenant. P1 peut avoir comme intention de travailler avec des groupes restreints d'élèves ou bien alors, nous interprétons cela par une très grande confiance faite aux élèves d'une part et aux milieux d'apprentissage d'autre part, comme nous l'évoquions plus haut ; une dernière interprétation pourrait être un renoncement à enseigner, et à enseigner certains types de savoirs, ceux les plus riches sur le plan épistémologique.

Nous terminerons par une dernière remarque concernant ce que l'on peut comprendre des conceptions de P1 à propos de l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs-là. Il n'est pas fait référence de façon explicite à une prise en compte de conceptions d'élèves ou d'obstacles à l'apprentissage dans les documents que nous possédons (les préparations et les entretiens). P1 ne se donne pas les conditions de possibilité d'un dépassement d'obstacle(s) épistémologique(s) qui aurai(en)t au préalable été identifié(s) (Rumelhard, 1997, p. 13).

Ces conclusions sont une première manière d'accéder à des déterminations professorales en saisissant quelques unes des intentions professorales actualisées dans le travail de préparation et interprétées par nos soins au cours de l'analyse *a priori*. Ces éléments nous permettent de saisir en partie des tendances dans les déterminations professorales dont bien sûr la formalisation est encore largement prématurée. Ce sont nos interprétations au cours de l'analyse *in situ* qui nous permettront d'affiner notre compréhension approchée ici des déterminants et d'inférer définitivement ceux-ci. C'est l'objet de la section suivante.

3. Résultats de l'étude *in situ* dans la classe n°1

Rappelons que d'un point de vue méthodologique, nous procédons à une analyse ascendante des pratiques *in situ* qui nous permet dans un premier temps de produire quelques unes des caractéristiques des pratiques conjointes afin dans un second temps de faire émerger des déterminants de l'action et d'inférer le sens de ces pratiques pour les acteurs. Analyse ascendante et inférence des déterminations prennent appui sur un outil de référence, la vue interprétative synoptique, rendant compte de nos premières interprétations et conjuguant différentes échelles d'analyse.

3.1. La vue interprétative synoptique de la séquence

Le document synthétique (Figure 10. Vue interprétative synoptique de la classe n°1), p. 132, ci-dessous, permet de voir d'un seul coup d'œil le déroulement temporel effectif de l'action conjointe. Par rapport à l'analyse *a priori* basée sur les préparations

de P1, qui prévoyait 3 séances, notons que la séquence se décline en 4 séances, la dernière (courte en temps, 34 minutes) étant un prolongement de S3 qui n'a pu se terminer en temps et en heure prévus.

Dans cette vue synoptique, chaque séance est identifiée avec son titre et sa durée. Les éléments blancs correspondent aux jeux que nous avons identifiés ; les jeux sont dénommés en fonction de ce que l'élève doit réussir pour gagner au jeu. Les jeux sont notés (j) suivi d'un numéro indiquant leur situation dans la séance. Les éléments grisés correspondent aux modalités de travail et à l'organisation de la classe.

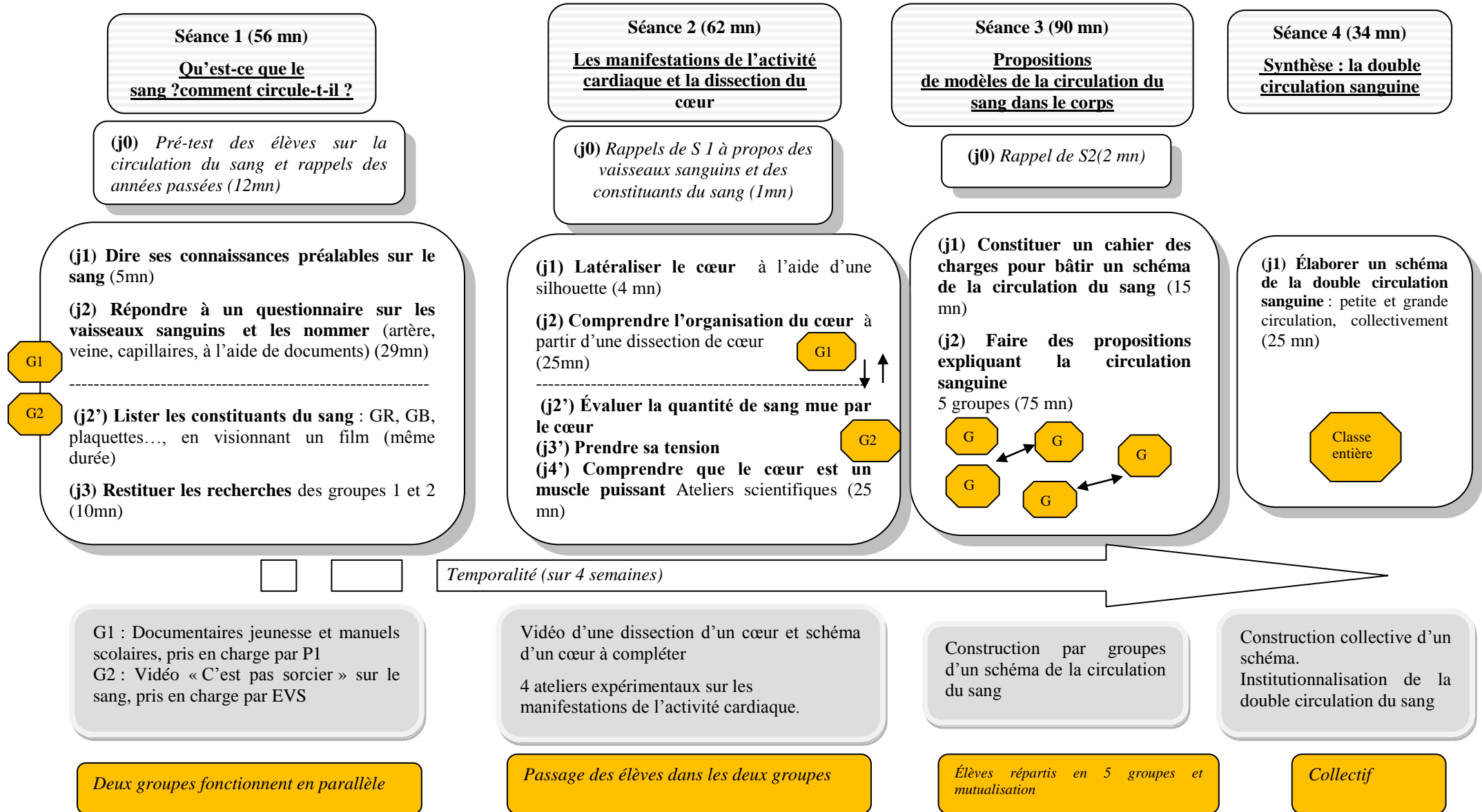


Figure 10. Vue interprétative synoptique de la classe n°1.

3.1.1. Les jeux joués

La première séance met en jeu des savoirs relatifs aux constituants et au don du sang (S1j2') et des savoirs relatifs aux noms et diamètres des vaisseaux sanguins (S1j2). La seconde séance comporte des jeux relatifs l'un au fonctionnement cardiaque (S2j3), l'autre à l'anatomie du cœur (S2j2). La séance S3 est consacrée à la recherche de liens entre le cœur et les poumons et le cœur et le reste du corps, deux jeux constituent cette séance ; proposer des liens possibles (S3j2) en fonction d'un cahier des charges (S3j1). Enfin, le jeu unique (S4j1) correspond à une synthèse sous forme de schéma de la double circulation sanguine. (La totalité des jeux joués peut se lire dans la vue interprétative synoptique).

3.1.2. Les médias utilisés

Pour les deux premières séances, ils sont identiques à ceux annoncés dans la préparation : documentaires scientifiques pour le cycle 3, vidéo « C'est pas sorcier » et vidéo d'une dissection d'un cœur de porc ; matériel pour les ateliers scientifiques. En S3, les propositions de modèles de la circulation sanguine sont portées sur une silhouette format A3. Au cours de la dernière séance, un schéma de la double circulation du sang est élaboré au tableau noir.

3.1.3. L'organisation de la classe

En S1, P1 anime une demi-classe (sur les noms et diamètre des vaisseaux) pendant que l'autre demi-classe est sous la responsabilité de l'EVS (et visionne une vidéo sur le don du sang). Ensuite, P1 prend en charge le temps de synthèse des deux demi-groupes qui ont fonctionné en parallèle. Les deux groupes de S2 sont tournants ; chaque élève passe ainsi aux deux ateliers (dissection du cœur et ateliers expérimentaux). En S3, les élèves sont répartis en 5 groupes qui mutualiseront deux fois des travaux intermédiaires (sur la recherche d'un schéma de la circulation du sang). La séance 4 se déroule en collectif ; élèves et enseignante élaborent ensemble, au tableau, un schéma de la double circulation sanguine.

Cette vision synoptique permet d'avancer que dans cette séquence il y a un « macro-jeu » mis en place sur les 4 séances. Les séances S1 et S2 proposent des jeux posés côte à côte dont certains éléments seulement seront repris en S3 ; c'est en S4 qu'aura lieu une véritable institutionnalisation du macro-jeu « comment le sang circule-t-il dans le corps ? » dégagé lors de l'analyse *a priori*, confirmé par l'analyse *in situ*. En effet, on ne note pas d'institutionnalisation intermédiaire avant S4 sur un quelconque enjeu de savoir, mais seulement des rappels de ce qui s'est passé antérieurement.

En combinant à la fois une analyse au niveau méso et des analyses plus fines au niveau micro, basées sur une analyse épistémique des interventions pour comprendre les jeux didactiques, nous avons dégagé des caractéristiques des pratiques de cette classe.

3.2. Des caractéristiques des pratiques conjointes in situ

Nous présenterons d'abord des caractéristiques liées aux savoirs eux-mêmes et à leur régime de production dans la classe, puis nous examinerons des éléments relatifs à la mésogénèse et la topogénèse avant de conclure sur l'agencement chronogénétique des savoirs dans cette classe.

3.2.1. Production de savoirs informationnels non problématisés

En lien avec la partie théorique (cf. p. 45) nous examinons ici le régime de production des savoirs dans la classe.

3.2.1.1. Une entrée en matière sans prise en compte des conceptions préalables et sans problématisation

L'extrait suivant⁷⁰ (ci-dessous) illustre comment se fait l'entrée en matière pour aborder la circulation du sang, au cours du début du jeu S1j1:

21. P1 :-- cette année on va étudier le sang et la circulation sanguine / alors à votre avis qu'est-ce que le sang
22. Maud :--le sang c'est ce qui sert à faire marcher le corps
23. ELEV :--c'est ce qui transporte l'oxygène
24. ELEV :--pour faire vivre
25. ELEV :--pour nous tenir en vie

...

48. P1 :--alors ce que je vous propose ce matin / c'est d'éclairer voyez / on a / VOUS connaissez des choses⁷¹ et j'en suis tout à fait consciente / y'a d'autres choses qu'on va découvrir / alors je vous propose de travailler en deux groupes / y'a un groupe qui va aller travailler avec Stéphanie sur une cassette avec un questionnaire auquel il faudra répondre et eux travailleront plutôt sur de quoi est constitué le sang // et vous nous expliquerez ce que vous avez vu // vous allez travailler sur / par contre les différentes façons de conduire le sang

Extrait 1 : Extrait de S1j1 « Dire ses connaissances préalables sur le sang ». Minute 12 à 17, tdp 21 à 52. Le professeur interroge les élèves, en début de S1, sur ce qu'est le sang. Tdp 21, minute 12 et tdp 48, minute 14.

Avec cette entrée en matière : « *on va étudier le sang et la circulation sanguine, alors à votre avis qu'est-ce que le sang* » (P1 en 21⁷², à la minute 12) on constate qu'il s'agit bien de s'intéresser au sang et à la circulation du sang sans que cela entre dans un projet explicatif général, une mise en problème quelconque. Les savoirs sont, pour P1, des éléments du programme du cycle 3 qu'il convient d'étudier à ce niveau de la scolarité « *cette année, on va étudier ...* » (21) mais ce ne sont pas des réponses à des problèmes posés. Cette façon de procéder est une manière d'installer les élèves dans un contrat didactique tel que, en sciences, on a à étudier des savoirs pour la seule et unique raison qu'ils sont au programme et que ces savoirs ont pour statut d'être d'« *autres choses* » que ce que l'on connaît déjà. En suivant (2007, 2005, 2003) et Fabre et Orange (1997), on peut dire qu'il n'y a pas de construction d'un problème ou de création d'un espace problème. La suite de l'extrait (P1 en 48, à la minute 14) montre une difficulté « *de l'enseignement des savoirs « normaux » en entendant par là les savoirs dits « incontestables » ou encore « classiques »* » (Fabre, 2010, p. 153) ; P1 n'échappe pas à la difficulté d'enseigner ce type de savoir. Pour

⁷⁰ Tous les extraits ont été transcrits avec les conventions de transcription de l'Université de Paris 5 (Source Véronique Boiron, IUFM d'Aquitaine, 2010-2011). Dans ces extraits, P1 (puis P2 et P3) désignent le professeur de la classe en question. Un élève est désigné par les quatre premières lettres de son prénom anonymé et en majuscules, quand on peut l'identifier ; si ce n'est pas le cas, on note ELEV. En outre,

-- indique le début d'un énoncé ;

! marque une intonation montante de type exclamatif ;

? marque une intonation montante de type interrogatif ;

/ marque une pause; // marque une pause plus longue et = marque une interruption du locuteur.

Pour un repérage plus aisé, nous soulignons dans les transcriptions les éléments majeurs sur lesquels nous nous sommes appuyée pour produire les analyses.

⁷¹ P1 fait référence à un pré-test écrit et renseigné par les élèves en tout début de S1 (S1j0). Le support écrit est récupéré par P1 mais il n'y sera plus fait allusion par la suite.

⁷² Nous indiquons ainsi 21 ou (21), les tours de parole eux-mêmes réduits à tdp dans le texte.

poursuivre avec Fabre, les savoirs scolaires relatifs au sang sont proposés ici dans leur positivité ; c'est une façon un peu dogmatique de donner à voir des « *vérités éternelles* » : « *le savoir est présenté comme allant de soi sans enjeu intellectuel* » (*Ibid.*, p.157).

Le propos de P1 (en 48, à la minute 14) nous renseigne bien sur ce que sont les savoirs dans cette classe, en indiquant que le savoir est affaire d'organisation : « *je vous propose de travailler en deux groupes* », et uniquement affaire d'organisation car il ne s'agit pas de relier des savoirs acquis antérieurement « *vous connaissez des choses et j'en suis tout à fait consciente* » à de nouveaux savoirs « *y'a d'autres choses qu'on va découvrir* », c'est plutôt la vision d'un savoir cumulatif qui est donnée ici ; on savait des choses, on en saura d'autres ; il n'y a pas de dialectique entre l'ancien et le nouveau ; ainsi, peu importe les moyens pour connaître ces savoirs et les liens qu'ils entretiennent entre eux.

Les « *choses* » (P1 en 48) que connaissent les élèves (en 22, 23, 24 et 25) ne sont pas explicitées au-delà de ce qui est dit ici. Or, les représentations dessinées, produites au cours du pré-test, montrent des conceptions hétérogènes relatives au cœur et à son rôle, elles montrent aussi, pour tous, l'absence de circuit fermé, une centration pas systématiquement sur le cœur, des systèmes pas forcément endigués, etc., bref des obstacles qui ne sont pas délimités et qui pourraient servir de base pour engager un travail de problématisation. Ces représentations ne sont pas discutées en S1, elles ne sont pas plus discutées en S3 où il est question de construire un modèle de la circulation sanguine :

13. P1:--oui / comment il est fait / alors est-ce que tu peux / alors je rappelle / notre sujet / comme le disait Muis tout à l'heure / bien qu'on en ait pas encore parlé / notre sujet c'est la circulation du sang // qui dit circulation / dit =
14. ELEV : *inaudible*
15. P1 :--voilà / qui dit circulation on veut savoir comment ça fonctionne cette circulation sanguine / circulation sanguine / ça circule donc y'a un chemin / un trajet / c'est ce que je vais vous demander de faire aujourd'hui / vous allez essayer de trouver ce trajet par groupe
- ...
55. P1 :--alors ça voudrait dire que la circulation sanguine y'a un sens
56. ELEV :--oui
57. P1 :--c'est-à-dire que le sang / si y'a un sens de circulation / ça veut dire que le sang y'a un circuit hein / un ou plusieurs ? donc y'a un circuit dans le corps (*et P écrit au tableau « circuit dans le corps sens de circulation »*)

Extrait 2 : Extrait de S3j1 «Constituer un cahier des charges pour bâtir un schéma de la circulation sanguine». Minute 2 à 17. Tdp 13 à 113. Le professeur indique qu'il va s'agir de chercher des possibilités de circulation du sang dans le corps. Quelques tours de parole sont sélectionnés.

Circulation, trajet et chemin semblent désigner des éléments équivalents dans un premier temps (P1 en 15), c'est ensuite que l'on va chercher le sens d'un circuit (P1 en 55) mais la notion de circuit n'est pas discutée par P1 avec les élèves de la classe, y compris au cours de ce jeu S3j1 (soit de façon assez avancée dans la séquence) ; il est admis qu'il s'agit d'un circuit, alors que les élèves produisent tout autre chose que des circuits au cours des prises de représentations en préambule lors de S1j0. La seule chose qui soit discutée est le nombre de circuits en jeu. P1 ne prend pas en charge l'idée qu'il peut y avoir des obstacles à la construction d'un circuit fermé pour la circulation sanguine (cf. analyse épistémologique de la circulation du sang, p. 66). On peut avancer, à ce stade de l'analyse, que, et c'est une confirmation de ce que l'on disait à l'issue de l'analyse *a priori*, P1 n'a pas une conception de l'apprentissage de la circulation du sang qui soit centrée sur les élèves et leurs

éventuelles difficultés, en tout cas, elle ne le met pas en œuvre. Les savoirs produits ne sont donc pas construits à partir des conceptions ou représentations des élèves, de leur savoir préalable. P1 n'engage pas le travail de la classe à partir des rapports épistémiques que les élèves peuvent avoir construits préalablement ou ailleurs que dans l'espace de cette classe.

Malgré cette entrée en matière, caractérisée en première analyse par une absence de prise en compte des conceptions initiales des élèves et une présentation des savoirs sans lien avec une quelconque problématisation, on note cependant des éléments de problématisation en S3 que nous envisageons maintenant.

3.2.1.2. Un îlot de problématisation en S3

La séance S3 propose un îlot de problématisation car, à l'attaque de S3, des contraintes sont posées à partir desquelles un schéma de la circulation sanguine doit être élaboré par les élèves. L'enjeu du jeu S3j1 est de bâtir collectivement un cahier des charges qu'il s'agira de respecter dans la production des schémas dans le jeu suivant. Ces contraintes sont résumées au tableau noir :

<p><i>Le sang transporte l'O2 vers les muscles</i></p> <p><i>Cloison séparation des 2 côtés du cœur</i></p> <p><i>Sang propre sang sale</i></p> <p><i>Circuit dans le corps sens de circulation</i></p> <p><i>Cœur muscle</i></p> <p><i>70 battements/ minute</i></p>

Figure 11. État du tableau en S3, minute 17 (classe 1).

Nous estimons qu'il s'agit d'un îlot de problématisation seulement, pour deux raisons. La première est que la « réponse » avait déjà été donnée oralement en S2j2, quand P1 avait décrit un système de circulation sanguine à partir de l'anatomie du cœur ; il s'agit donc en S3, d'une reconstruction intellectuelle d'un circuit en cohérence avec un certain nombre de contraintes. La deuxième raison qui nous fait dire qu'il s'agit seulement d'une tentative de problématisation est que le schéma de la circulation sanguine, institutionnalisé en S4j1, n'est pas validé à l'aune des contraintes émises dans ce premier jeu S3j1.

A titre d'exemple, voyons en S2j2, comment la notion de circuit est « apportée » par P1 à partir de la dissection, alors que ce jeu, initialement, est consacré à l'organisation anatomique du cœur. En regardant une dissection de cœur de porc, on « voit », nous dit P1(71), la circulation sanguine pulmonaire et générale ; c'est une description, un savoir factuel donné par P1 mais non construit, qui permet de positionner ce savoir à partir de la dissection. Nous proposons dans le tableau ci-dessous, un extrait de dialogue au cours du visionnement de la vidéo d'une dissection de cœur, à gauche du tableau, et nos interprétations à droite.

<p>69. P1 :--oui / les petits trous que vous avez vus ils sont dessous / ils vont où ? <u>regardez bien où ils vont</u> / donc on a dit ce vaisseau sanguin il va où ? <u>jusqu'aux pieds / enfin à l'intérieur du corps</u></p> <p>70. ELEV :--aux mains</p> <p>71. P1 :--<u>du cœur part une artère qui va jusqu'au corps</u> / et y'en a une autre une veine ou une artère qui va jusqu'aux poumons / on a vu ça et puis on a vu qu'il y avait plusieurs parties dans le cœur / y'a cette petite partie que je vous ai montré et y'a cette grosse partie / d'accord / donc là y'a bien quelque chose qui relie aux poumons / à votre avis ça va servir à quoi ces vaisseaux?</p> <p>72. ELEV :--pour faire passer le sang</p> <p>73. P1 :--et à votre avis <u>pourquoi le sang il a besoin d'aller aux poumons</u> ?</p> <p>74. JEAN :--ben pour prendre l'oxygène / le dioxygène</p> <p>75. P1 :--oui / tout à fait il va aller prendre du dioxygène dans les poumons <u>et après</u> qu'est-ce qu'il va faire ?</p> <p>76. JEAN :--il va reprendre du dioxyde de carbone</p> <p>77. P1 :--non / il va dans les poumons vous m'avez dit / pour aller prendre du dioxygène <u>et après</u> il revient dans le cœur <u>et après</u> il fait quoi Jean ?</p> <p>78. JEAN :-- il repart</p> <p>79. P1 :-- il repart où ?</p> <p>80. ETIE, MOHA :-- dans les membres</p> <p>81. P1 :--dans les membres / Etie il a dit la semaine dernière les muscles ils ont besoin d'énergie et c'est le sang qui l'apportait / alors là / on est en train de découper le cœur de le détacher pour vous faire voir réellement comment il est fait</p>	<p>Il est bien sûr impossible de « voir » un vaisseau sanguin qui irait du cœur vers les pieds (P1 en 71) à partir d'une vidéo de dissection de porc. Il s'agit plutôt ici de supposer des liens entre des organes non visibles sur le document-support de l'activité. Ce travail sera redemandé en S3 ; la tentative de problématisation en S3j1 est donc, selon nous, en partie avortée.</p> <p>P1 interroge les élèves avec une vision finaliste du trajet du sang</p> <p>Les « <i>et après</i> » (75, 77) indiquent la succession des étapes dans une histoire racontée</p> <p>Les propos de 75 à 81 sont une tentative pour approcher la double circulation sanguine et esquisser ensemble (P1 et une moitié de classe) un trajet du sang depuis le cœur vers les poumons et du cœur vers tous les organes du corps. Les élèves au final ne construisent pas la notion de circulation sanguine, ils peuvent tout au plus suivre les propos de P1 qui « dit » la circulation sanguine. Le problème de la circulation pulmonaire est par exemple très vite évacué en 77 « il revient dans le cœur »</p>
---	--

Extrait 3: Extrait de S2j2 « Comprendre l'organisation du cœur », minute 43 à 68. Le professeur commente une vidéo de dissection d'un cœur de porc, ici à la minute 48. Tdp 69 à 81.

Et un peu plus loin :

<p>101. P1 :-- est-ce que ça peut passer là ? ça passe ou ça passe pas ? vous savez ce que c'est ? <u>c'est une cloison</u> / qu'est-ce que c'est une cloison ?</p> <p>102. PATI :-- un mur</p> <p>103. P1 :-- si je suis ici dans cette pièce et que je veux passer dans la salle d'à côté =</p> <p>104. ACAM, PATI :-- on peut pas faut faire le tour</p> <p>105. P1 :-- donc / y'a une cloison au cœur qui va <u>empêcher le sang de passer de là à là</u> / il va falloir qu'il aille <u>faire un tour pourquoi</u></p> <p>106. MUIS :--ben, pour que ça circule dans son cœur</p> <p>107. P1 :-- oui / mais pourquoi ? <u>pourquoi ça passerait pas d'un côté à l'autre</u> ?</p> <p>108. ELEV :--parce qu'il y a une cloison</p> <p>109. P1 :--ça sert à quoi alors ?</p> <p>110. PATI :--parce qu'il y a un sens</p> <p>111. P1 :--un sens de quoi ?</p> <p>112. PATI :--un circuit</p> <p>113. P1 :--oui / y'a un sens de circulation / et pourquoi y'a un sens de circulation ?</p>	<p>Au début de cet extrait (de 101 à 113), une nécessité est construite, celle de la cloison inter ventriculaire qui impose un sens de circulation au sang dans le cœur</p> <p>Analogie avec les éléments du quotidien</p> <p>P1 tente de faire approcher la nécessité d'une circulation pulmonaire qui sera décrite à nouveau dans les échanges suivants</p>
--	---

<p>114. PATI :--parce que le sang il circulerait pas dans le corps (<i>elle fait se rencontrer ses mains qui se cognent</i>)</p> <p>115. P1 :--qu'est-ce que vous m'avez dit ? vous m'avez dit que le sang / ça part du cœur pour aller vers les =</p> <p>116. ELEV :--poumons</p> <p>117. P1 :--ce sang qui est parti vers les poumons / il va où après ?</p> <p>118. ETIE :--dans le côté gauche</p> <p>119. ACAM :--<u>c'est compliqué</u></p> <p>120. P1 :--il part aux poumons se faire nettoyer / vous m'avez dit / prendre de l'oxygène / après il fait quoi ?</p> <p>121. PATI :--il va revenir // au cœur</p> <p>122. P1 :--il va revenir au cœur et donc il revient où ?</p> <p>123. ELEV :--du côté gauche</p> <p>124. P1 :-- et de ce côté gauche / il va où ?</p> <p>125. ELEV :--il va partir partout dans le corps</p> <p>126. P1 :--il va partir dans les muscles / tout à fait et quand il revient des muscles / qu'il est bien sale et plein de CO₂=</p> <p>127. ETIE :--il va revenir dans le côté droit du cœur et il repart</p>	<p>A partir de 115 et jusqu'à la fin de cet extrait, la notion de circulation sanguine est reprise par P1 dans un simulacre de dialogue à l'aide des informations déjà données lors de l'extrait précédent (tours de parole 73 à 81)</p>
---	--

Extrait 4. Extrait de S2j2 « Comprendre l'organisation du cœur », minute 43 à 68 (dans la suite du précédent, à la minute 53). Le professeur commente une vidéo de dissection d'un cœur de porc. Tdp 101 à 127.

Les extraits 3 et 4 montrent que les savoirs sont donc en quelque sorte « donnés à voir » par P1 aux élèves ; il n'y a pas de construction intellectuelle de quoi que ce soit à ce niveau. On peut estimer que les élèves ne remplissent pas la cause *proprio motu* à la base de tout apprentissage (agir de soi-même avec le savoir). De fait, on ne « voit » rien de ce que P1 énonce ; une dissection ne permet de construire ni la nécessité d'un circuit sanguin fermé, ni la nécessité d'une double circulation et, ainsi, avec les ressources disponibles à ce moment-là dans le milieu, Acam trouve cela « *compliqué* ». Il s'agit ici de regarder un objet et d'extrapoler à partir d'un discours délivré par P1 depuis une position topogénétique haute. La lecture du milieu est celle produite par P1 et les élèves reçoivent cette interprétation des éléments de savoir à extraire du milieu sans que ceux-ci aient la possibilité d'agir en première personne sur et avec celui-ci. (Nous serons amenée à développer cet aspect relatif à la mésogenèse un peu plus loin).

La seule construction d'une nécessité est celle de la cloison inter-ventriculaire qui empêche un passage de la partie droite à la partie gauche du cœur et donc nécessite d'imaginer un chemin plus long, plus complexe, par les poumons par exemple. C'est ce que l'on peut suivre sur les tdp 105 à 117. Une analogie avec l'organisation spatiale des salles de classe dans lesquelles évoluent les élèves est proposée ; la cloison inter ventriculaire est alors assimilée à un mur séparateur des salles de classe ; cette analogie fait référence à des éléments du quotidien des élèves.

Ces extraits qui donnent à voir des savoirs peu construits nous permettent, en outre, de dire que c'est plutôt une vision empiriste de la science qui guide ce type d'activité proposée aux élèves. Nous serons amenée à développer cet aspect plus loin (Extrait 7, p. 143).

Cette relative absence de problématisation nous amène, logiquement, à sa suite, à examiner le statut des savoirs enseignés et produits dans l'action conjointe.

3.2.1.3. Des savoirs informationnels et propositionnels produits

Dans la suite de ce que nous annonçons précédemment, les savoirs, au cours de cette séquence, sont donc plutôt des savoirs clos sur eux-mêmes et appréhendés avec une vision cumulative. Ils ont plus le statut d'informations, disjointes les unes des autres, que de savoirs scientifiques problématisés. Des éléments sont posés depuis S1 jusqu'à S4 qui se termine par une mise en couleur d'une photocopie de la double circulation sanguine sans revenir sur ce que ce type de savoir peut avoir comme portée explicative ou compréhensive sur le fonctionnement du corps, par exemple.

Ainsi, dès S1, dans la présentation à la classe, P1 annonce en partie le statut qu'auront les informations récoltées « *eux travailleront plutôt sur de quoi est constitué le sang* » et en opposition à cela ou à côté de cela : « *vous allez travailler sur par contre les différentes façons de conduire le sang* » (en page 134, Extrait 1, tdp 48). Les deux informations ne semblent pas devoir être mises en lien, au contraire, elles marquent des champs disjoints ; il n'y aura d'ailleurs pas de réelle mutualisation des travaux des deux groupes qui ont évolués en parallèle dans deux lieux différents (un groupe dans la classe avec P1 et un groupe dans une salle audiovisuelle), mais plutôt des exposés côte à côte, sans lien véritable, comme ont été menés les travaux des deux groupes disjoints. Examinons les savoirs informatifs produits dans le jeu final S1j3, qu'un temps de mutualisation juxtapose, sans réelle institutionnalisation :

- 139.P1 :--alors vous / vous allez nous exposer ce que vous avez appris sur la composition sanguine / qu'est-ce qu'il y a dans le sang / et nous on essaiera de trouver quelqu'un pour nous expliquer les différents noms des vaisseaux sanguins
- 140.PATI :--y'a des globules blancs / des globules rouges / des sels / des anticorps / du plasma / des plaquettes / et du sucre
- 141.P1 :--et ça c'est quoi ?
- 142.PATI :--les différents constituants du sang (P1 écrit au tableau en même temps)
- 143.P1 :--c'est quoi les plaquettes ?
- 144.PIER :--c'est quelque chose qui participe à la coagulation du sang
- 145.PATI :--ça bouche un petit trou pour arrêter de saigner
- 146.P1 :--ensuite Pati
- 147.PATI :--plasma
- 148.P1 :--c'est quoi le plasma ?
- 149.ELEV :-- un liquide jaune
- 150.P1 :--tiens / le sang / c'est jaune?
- 151.ELEV :--non
- 152.P1 :--c'est de quelle couleur le sang / Eric ?
- 153.ERIC :--rouge
- 154.P1 :--et quel est le constituant du sang qui donne la couleur rouge ?
- 155.ELEV :--les globules rouges
- 156.P1 :--et vous avez vu que le mot globule rouge ?
- 157.ELEV :--globules blancs
- 158.P1 :--alors ils servent à quoi les globules rouges ?
- 159.PATI :--à transporter l'oxygène
- 160.P1 :--c'est celui-là qui va nous importer dans le sang / pour la circulation du sang.
- 161.CHRI :--ça sert aussi à se débarrasser du dioxyde de carbone / les globules rouges
- 162.P1 :-- d'accord / quoi d'autre ?
- 163.ELEV :-- des hormones
- 164.ELEV :-- des anticorps
- 165.P1 :-- qu'est-ce que c'est anticorps ? qu'est-ce que c'est globule blanc ? Moha / je t'écoute
- 166.MOHA :-- les globules blancs nous aident à nous débarrasser des maladies
- 167.ELEV :-- des sels minéraux
- 168.ELEV :-- du sucre
- 169.PATI :-- le sang / il a besoin de sucre et il l'élimine quand il en a trop ou il le garde
- 170.P1 :-- et il le garde pour quoi faire ? ah ! Etie a une réponse toute faite

171. ETIE :- nos muscles ont besoin d'énergie

Extrait 5. Extrait de S1j3 « Restituer les recherches des groupes 1 et 2 ». (Minute 48 à 58). Tdp 139 à 189. Minute 48. Exposé du groupe 1 qui a travaillé avec l'EVS, sur une vidéo.

Au début de ce long échange, en 139, P1 annonce ce que seront les savoirs : « *vous allez nous exposer ce que vous avez appris sur la composition sanguine* » et à côté de cela, il faudra fournir « *les différents noms des vaisseaux sanguins* ». Le premier groupe de savoirs (les seuls présentés dans cet extrait) se résume alors à une liste énumérative (de 140 à 168), parfois interrompue par quelques questionnements professoraux suivis de réponse « *c'est quoi les plaquettes ?* » (143) ou n'obtenant pas de réponse « *qu'est-ce que c'est anticorps ?* » (qui semble équivalent dans la formulation de la question à « *globule blanc* » (165)). Il s'agit bien d'« *exposer* » (139) des savoirs, pas de mutualiser comment on a appris ni pourquoi. Dans la liste fournie, les élèves doivent identifier que c'est l'oxygène « *qui va nous importer dans le sang pour la circulation du sang* » (160) et le sucre qui alimente les muscles (171) ; tous les autres éléments ne sont, de fait, pas nécessaires pour entrer dans la compréhension de la circulation sanguine ; que les globules rouges servent à se débarrasser du CO₂ n'est pas retenu explicitement comme une information pertinente pour la suite. L'échange se termine sur un dernier lien implicite : le sucre produirait, mais comment ? De l'énergie, mais à qui ? Pour quelle raison ? La suite ne nous le dira pas.

Le tableau noir à la fin de S1 (cf. Figure 12, ci-dessous) indique en partie le statut des savoirs qui sont ici sous forme de listes de mots : la restitution ne permet pas d'accorder des propriétés aux mots, ceux-ci sont seulement rattachés thématiquement. Rappelons que ces savoirs (ceux qui apparaissent sur la partie gauche du tableau, voir ci-dessous) sont à référer à une activité qui a été menée par un demi-groupe, seul, face au film en présence de l'EVS et sans aide de la part de P1. L'autre liste de mots (à droite du tableau) indique des savoirs qui présentent à peu près les mêmes caractéristiques épistémologiques.

<i>Plasma</i>	
<i>Globules rouges, dioxygène</i>	
<i>Globules blancs</i>	
<i>Hormone</i>	
<i>Anticorps</i>	
<i>Sels minéraux</i>	
<i>Sucre</i>	
	<i>Vaisseaux sanguins</i>
	<i>Noms artères</i>
	<i>veines</i>

Figure 12. État du tableau en fin de S1, minute 58 (classe 1)

Parmi les savoirs établis, certains auront une utilité incontestable pour la suite, d'autres sont identifiés comme étant plus accessoires mais peu d'indications sont données sur un éventuel repérage des notions importantes et celles plus accessoires. Des élèves (les plus centrés sur les tâches scolaires, « imbrication du je » dans la situation de Charlot, par exemple) peuvent imaginer que tout ce qui est fait dans cette séance S1 aura une importance pour la suite, d'autres (ceux qui sont dans « une objectivation des savoirs ») pourront, peut-être, (mais comment ?), faire une espèce de tri entre des savoirs incontournables pour bâtir l'idée d'une circulation du sang et des

savoirs plus anecdotiques concernant la composition du sang ou autres informations relatives au don du sang. Les savoirs ont ainsi un statut d'informations non hiérarchiquement classées, posées dans une succession « à plat » pourrions-nous dire.

Les savoirs en jeu au cours des jeux de S2 présentent les mêmes caractéristiques que celles que nous venons d'évoquer pour les savoirs de S1 ; ce sont des savoirs descriptifs et proposés à l'étude comme étant en opposition, bien qu'ils portent tous sur le cœur (extrait S2, minute 8'30)

25. P1 : donc / on va voir aujourd'hui le cœur et comment il fonctionne ce cœur / et on va faire ça en deux groupes / un premier groupe qui va d'abord venir avec moi / on va voir la dissection du cœur / on va essayer de légèrer un schéma du cœur / voir les différentes parties du cœur / voir comment ça fonctionne / pendant que les autres vont aller faire des ateliers avec Albe sur le fonctionnement du cœur / mais essayer de faire des expériences qui font comprendre comment il fonctionne / et Albe va vous expliquer les expériences.

Extrait 6. Extrait de S2j1 « Latéraliser le cœur ». Minute 8'30. Le professeur fait la présentation des jeux de S2j2 à S2j5.

Le groupe qui travaille sur l'anatomie cardiaque voit l'activité se clôturer sur une trace écrite qui est un schéma du cœur à compléter dans lequel on identifie les vaisseaux, qui partent et arrivent au cœur, et les quatre cavités du cœur. Ces savoirs ont quasiment le même statut que lors de la séance S1: des savoirs informatifs. Au final, dans cette classe, il s'agit d'apprendre une liste de savoirs, les constituants du sang ou les différentes parties du cœur par exemple, bien P1 mette timidement en relation l'organisation du cœur avec le circuit pulmonaire (voir Extrait 4, p. 138).

Les propos de P1 (en 25) indiquent également que les savoirs sont ici aussi proposés sans lien : on fait ceci (voir une dissection du cœur) *mais* d'un autre côté on fait cela (des expériences qui font comprendre) ; les démarches et les contenus semblent, dans cette classe, en opposition. Savoirs et pratiques de savoirs ne semblent pas devoir être liés.

On peut, pour finir, s'interroger sur le statut des savoirs produits à l'issue du macro-jeu traité au long de la séquence. En S4, le modèle de la circulation sanguine élaboré collectivement n'est pas, nous l'avons dit, une réponse à un problème, si ce n'est construit dans la classe, au moins posé par l'enseignante. Il est donc un savoir de type encyclopédique, éloigné des pratiques, qui, selon nous, ne possède pas le statut de savoir scientifique, c'est-à-dire produit indissociablement en lien avec un problème.

Ces extraits, issus de l'analyse des pratiques, sont des éléments fournis à l'appui d'une caractéristique des pratiques conjointes et notamment des types de savoir produits ainsi que des conditions de leur production, c'est-à-dire les pratiques de savoir. Finalement, les savoirs produits dans la classe n°1 ne sont pas des savoirs problématisés (Orange, 2002). Ils ne sont pas produits à partir de ce que connaissent les élèves. Vivent dans cette classe, des savoirs descriptifs, produits dans une vision cumulative des savoirs et qui sont très proches de savoirs propositionnels ; ils sont, la plupart du temps, disjoints, en apparaissant sous forme de listes de savoirs sans hiérarchie. Notons toutefois qu'une liste de contraintes est établie avant de construire collectivement le schéma de l'appareil circulatoire. Cependant ces contraintes sont établies à partir d'observations (du cœur) et de la présentation (orale) de l'organisation de l'appareil circulatoire.

En lien avec la nature des savoirs en jeu, examinons maintenant des caractéristiques de la mésogenèse, ferment sur lequel les savoirs conjoints, dont nous venons de donner quelques caractéristiques, sont produits.

3.2.2. Une succession d'activités emblématiques de l'enseignement des sciences à l'école caractérise une mésogenèse parfois lue différemment par P1 et des élèves

3.2.2.1. Du primat de l'observation à l'hypothèse

L'observation est première pour P1, pas pour des élèves

Dans cette classe, la séance S1 est mise en place autour d'activités documentaires : manuels de l'école et livres documentaires adaptés aux élèves de cycle 3 et un film « C'est pas sorcier » sur le don du sang ; ces activités documentaires (S1j2 et S1j2') sont accompagnées dans les deux cas de questionnaires à renseigner qui produisent, nous l'avons vu, des savoirs plutôt factuels (« savoir que... »). Intéressons-nous au jeu S1j2, au cours duquel une demi-classe tente de répondre à un questionnaire sur les vaisseaux sanguins ; ce questionnaire commence de la façon suivante :

Les différents vaisseaux

Observe le dessus de ta main gauche lorsque tu serres ton poignet gauche avec ta main droite.
Que vois-tu ?

Cette question met clairement en avant l'importance de l'observation avant tout démarrage dans les activités documentaires ; c'est la toute première question écrite posée au demi-groupe d'élèves ; elle semble donc d'importance pour P1 qui fait le choix d'entrer dans l'activité par une observation sur soi. Or, nous avons dit au cours de l'analyse *a priori* que ce type de tâche, proposée aux élèves, pouvait installer ceux-ci dans une connaissance commune propre à maintenir des obstacles épistémologiques, par exemple le primat de la perception sur la conceptualisation d'un modèle explicatif de la circulation du sang. En effet, cette première observation pourrait renforcer l'idée d'une circulation en superficie au détriment de la connaissance d'une quelconque *circulation au niveau des organes internes* (Astolfi, Peterfalvi, 1993, p.110). P1 nous donne à voir que, pour elle, en situation d'enseignement et d'apprentissage, toute connaissance résulte directement d'une observation, quitte à ce qu'elle soit contreproductive. Dans cette optique, connaître c'est voir, mais nous savons que les descriptions empiriques peuvent devenir un obstacle à la connaissance. Or le savoir est conquis (contre les représentations qui font obstacle) et construit avant d'être simplement constaté (Rumelhard, 2003). Nous pouvons dire que ce travail est situé dans une approche empiriste de l'activité scientifique dans laquelle l'observation est première (au niveau épistémologique, comme s'il suffisait de regarder ou voir pour comprendre et apprendre). Ceci est une confirmation d'éléments déjà rencontrés (cf. paragraphe 3.2.1.2 de la présente analyse, p. 136).

En outre, nous l'avons dit dans l'analyse *a priori*, et dans le paragraphe précédent, il n'y pas ici de dialectique entre le cadre théorique et l'observation, il n'y a

pas eu de mise en problème préalable à cette activité. L'absence de problématisation au sens de Orange (2003) rend stérile cette observation. Celle-ci, proposée par P1, est à considérer comme une entrée en matière, elle ne permet pas de construire plus avant des contenus car la classe ne sait pas à quelle fin faire cette observation. Toute observation, dans une conception constructiviste, est pratiquée dans un cadre théorique ou explicatif qui est absent ici.

Examinons dans la situation de classe, un échange produit à propos de cette tâche.

54. P1 :-- alors / si je regarde les questions que je vous ai données / la première question n'est pas une question mais une observation / je vais vous demander de la faire avec moi / parce que je veux contrôler que vous appuyez pas trop fort votre main // qu'est-ce qu'il faut faire en premier Etie ? ah ! il est en train de réfléchir / où est ma main droite où est ma main gauche
55. ETIE : ...*inaudible*...le sang qui devient violet // les vaisseaux
56. P1 :-- qu'est-ce que ça fait apparaître ?
57. ELEV :-- les veines
58. P1 :-- mais est-ce qu'elles ont toutes la même taille / la même dimension ?
59. ETIE:-- je vois pas
60. P1 :-- il faut que tu serres le poignet avec ta main mais pas trop non plus / sinon ça fait un garrot / et tu observes le dessus de ta main // si vous pouvez pas observer sur vous vous pouvez l'observer sur le copain et que voyez-vous ?
61. ELEV :-- y'en a qui deviennent un peu bleu
62. DANI :-- moi / je sais pourquoi ça fait ça / parce que le sang il arrête et là elles deviennent plus épaisses / plus larges
63. P1 :--vous notez ce que vous voyez / ce que vous ressentez
64. ELEV :-- comment ça s'écrit les veines ?
65. P1 :-- V / E / I
66. MUIS :-- est-ce que on peut expliquer // inaudible
67. P1 : *inaudible* --là c'est pas pareil / tu expliques pas / tu observes / expliquer ça serait dire pourquoi il devient violet / tu comprends la différence ? mais c'est pas ce que je te demande / je te demande d'observer
68. ELEV :-- maîtresse on peut continuer les questions ?

Extrait 7. Extrait de S1j2. « Répondre à un questionnaire sur les vaisseaux sanguins ». Minute 18 à 47. Tdp 53 à 138. Le professeur porte l'attention sur l'observation tandis que les élèves sont sur de l'explicatif.

Le jeu à jouer est annoncé comme un jeu centré sur les activités documentaires et en fait, il porte sur tout autre chose puisqu'il débute par une observation qui précéderait toute explication ; P1 le confirme, « *la première question n'est pas une question mais une observation* » (une fois en 54 et trois fois en 60 puis deux fois encore en 67). Selon P1, cette observation devrait permettre, et pourtant cela est peu probable, de répondre à la question « *est-ce qu'elles [les veines] ont toutes la même taille, la même dimension ?* ». Pour P1, dans sa démarche proposée, il s'agit d'observer d'abord avant d'expliquer, mais au fil de l'échange, on constate que les élèves court-circuitent cette démarche. Muis (66) comme Dani (62) passent immédiatement de l'observation à l'explication. Dani par exemple formule une tentative d'explication de la compression des veines de l'avant-bras, « *je sais pourquoi ça fait ça parce que le sang il arrête* » (62), il dit qu'il sait pourquoi les veines sont plus *épaisses* ; il n'y a pas lieu, pour lui, de s'attarder sur cette observation, mais P1 ne relève pas cette remarque et réoriente le propos vers le ressenti, le sensoriel au détriment du registre explicatif « *vous notez ce que vous voyez ce que vous ressentez* » (P1 en 63). En outre, on sait que la séparation artificielle, proposée par P1, de l'action des sens et de la part intellectuelle qui accompagne nécessairement toute observation n'a pas de sens ici (Delmas-Rigoutsos, 2009, p.51). Cela relève d'une illusion, l'illusion inductiviste dans laquelle l'observation serait

première, indépendamment de toute base théorique, or Dani « sait » et observe avec ce savoir-là.

Finalement, on dispose dans cet épisode d'une succession de jeux qui sont différents pour les élèves et pour l'enseignante. P1 favorise le jeu d'observation à partir du milieu mis en place par celle-ci « *observe le dessus de ta main* » car elle est convaincue que pour faire des sciences à l'école, on doit commencer par du vécu, du concret, de l'observation. Quand les élèves prennent la direction du jeu, ils engagent celui-ci vers une explication. Dani et Muis produisent ou voudraient produire des explications, c'est bien la compréhension du phénomène qui les intéresse : ils entrent dans des systèmes explicatifs que refuse dans un premier temps P1. Cet épisode montre trois changements de jeux successifs : un jeu d'observation pour P1, un jeu d'explication pour Dani (62), retour au jeu d'observation (63), de nouveau un jeu d'explication (Muis : « *est-ce qu'on peut expliquer* » en 66) et retour au jeu d'observation de P1 pour clôturer l'épisode « *je te demande d'observer* » (67) et certainement pas d'expliquer.

Au final, P1 et les élèves de la classe n'agissent pas sur les objets du milieu de la même façon, les intentions par rapport au milieu ne sont pas les mêmes ; là où P1 tente de mettre de l'observation, les élèves tentent de produire de l'explication « *est-ce que on peut expliquer* » (66). Dani, Muis et d'autres élèves du groupe souhaitent délibérément accélérer la chronogénèse (élèves chronogènes, au sens de Sensevy et Mercier, 2007 et Sensevy, 2011). La vision empiriste de l'activité scientifique est celle de l'enseignante, pas celle de tous les élèves « *c'est pas ce que je te demande [expliquer], je te demande d'observer* » (67). L'entente autour de la compréhension des objets de la mésogénèse ne semble pas totale entre P1 et les élèves de la classe, en tout cas, le milieu n'est pas interprété de la même façon par P1 et par les élèves concernés dans cet échange. Nous complétons cette analyse en disant que les élèves tentent de tirer le jeu vers de l'explicatif ce que P1 considère comme se faisant au détriment du descriptif voulu par elle.

Positionner les élèves dans des activités d'observation est une tendance récurrente dans cette classe n°1. En effet, les jeux S1j2' et S2j2 sont aussi des lieux où les élèves sont mis en situation de produire des savoirs à partir de médias qui sont des supports filmés. L'entrée empiriste est bien celle de P1 pas celle de ces élèves.

Après l'observation, pour P1, il faut poser des hypothèses

Dans cette classe, pour P1, après avoir observé, il faut émettre des hypothèses. C'est certainement une vision de type O.H.E.R.I.C⁷³ des sciences qui prédomine chez P1 et qui l'engage ainsi à faire produire des « hypothèses » aux élèves à la suite de l'observation précédente. L'échange qui suit nous mène encore vers la mise en évidence d'idées sous-jacentes différentes entre P1 et les élèves concernant la façon d'entrer dans des recherches. L'extrait suivant est dans le prolongement du précédent, environ 5 minutes plus tard. Les élèves sont autour des livres disposés sur une table, P1 est avec eux. Il s'agit de répondre à la deuxième question :

⁷³ OHERIC : sigle pour Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion. Cette démarche a été analysée par de nombreux auteurs (dont Gmerk et Develay) comme étant celle pratiquée et décrite *a posteriori* par C. Bernard et qui a longtemps servi de modèle d'apprentissage des sciences à l'école au siècle passé.

Cherche dans les livres de Sciences des images de vaisseaux sanguins.

A l'aide des échelles que tu trouveras, évalue le diamètre des différents vaisseaux. Note-les sur la ligne _____

Essaie d'émettre une hypothèse sur les différentes tailles.

82. P1 :-- alors cette question ?
83. ETIE :--y'en a des plus petits y'en a des plus gros
84. P1 :-- oui / mais ça me donne pas d'informations sur la taille
85. ELEV :--c'est quoi « *émettre des hypothèses sur les différentes tailles* » ?
86. P1 :-- eh bien / si y'a des différentes tailles à quoi ça sert
87. ELEV :-- ben là / ils ont pas les mêmes tailles
88. P1 :-- eh bien oui mais pourquoi ? essaye / trouve pourquoi ils ont pas la même taille / essaye d'émettre des hypothèses
89. ELEV :-- c'est des solutions
90. P1 :-- non / des hypothèses / ils ont des tailles différentes parce que = // c'est une hypothèse / tu n'es pas sûr de la réponse / c'est pas ce que je te demande de savoir

Et plus loin, à la minute 38 :

98. P1 :-- à quoi ça sert d'avoir des tailles différentes / pourquoi y'a des petits tuyaux ? / des tout tout petits et des plus gros / à quoi ça sert à ton avis ? / je te demande d'émettre une hypothèse / je te dis pas que c'est juste / pourquoi y'a des tuyaux de différents diamètres ?
99. ELEV : ...

Extrait 8. Extrait de S1j2. « Répondre à un questionnaire sur les vaisseaux sanguins ». Minute 27 à 28. Interactions 82 à 90. Et minute 38, tdp 98 à 99.

Au-delà de l'idée dichotomique de savoirs justes ou faux transmise par P1 (en 98), on note dans cet extrait deux éléments d'incompréhension. D'une part, il y a le problème de l'hypothèse (du côté de P1), opposée à la solution (du côté des élèves) et d'autre part il y a le problème de l'enjeu épistémique : la notion de débit sanguin variable en fonction du diamètre des vaisseaux. Sur ces plans, épistémique et épistémologique, la mésentente est patente.

Hypothèse ou solution ?

Voyons cette opposition entre la mise en application d'une démarche formalisée par P1 et la volonté d'avancer dans les contenus pour les élèves. En effet, cet extrait est révélateur des réalités différentes que recouvre le terme d'hypothèse pour P1 et des élèves.

Pour P1, une hypothèse est d'abord « *ce que l'on doit faire après avoir observé* » ; c'est une forme de confirmation de ce que nous supposons comme étant l'application d'une démarche formalisée, de type O.H.E.R.I.C, dans la classe quand on fait des sciences à l'école. Au-delà de « ce que l'on doit faire après une observation », une hypothèse est en outre, pour P1, synonyme de « droit à l'erreur » pour l'élève : « *je te demande d'émettre une hypothèse je te dis pas que c'est juste* » (98), « *essaye trouve* » (88). Mais l'hypothèse, pour P1, ce n'est en aucun cas une proposition vérifiable ou une explication susceptible d'être mise à l'épreuve telle qu'on pourrait l'entendre dans une démarche par investigation, la suite du questionnaire le montre ainsi que nous l'avons dit dans l'analyse *a priori*. En revanche, pour l'élève concerné dans cet échange, une hypothèse, dans ce cas précis, est une « *solution* » possible et il est tout à fait prêt à assimiler hypothèse et solution

dans cette situation. Pour cet élève il s'agit de trouver une solution au problème posé : pourquoi des tuyaux de calibres différents pour transporter le sang ? L'enjeu pour lui semble être d'apporter une explication à ce problème qui met en lien diamètre des vaisseaux et volume sanguin distribué.

Incompréhension sur l'enjeu épistémique : la notion de débit sanguin.

La question « *essaie d'émettre une hypothèse sur les différentes tailles* » est à double sens. Les élèves du groupe comprennent qu'il faut travailler sur les tailles des vaisseaux et ils produisent des réponses « *y'en a des plus petits y'en a des plus gros* » (83), « *ben là ils n'ont pas les mêmes tailles* » (87) évidentes et cohérentes. Alors que P1 sous-entend qu'il faut mettre en relation la taille et un autre phénomène ; c'est le sens de son « *pourquoi ils n'ont pas la même taille ?* » (en 88), question inscrite dans un certain déterminisme « *ça sert à quoi ?* » (en 86), « *à quoi ça sert* » (deux fois en 98). Il faudrait donc arriver à faire un lien entre le diamètre des vaisseaux et la quantité de sang passant par unité de temps, mais sans doute aussi faire un lien avec la vitesse du sang circulant pour arriver à produire que dans des vaisseaux de petites sections, une faible vitesse du sang est favorable aux échanges de dioxygène et de nutriments.

Le savoir en jeu dans cet épisode, relatif au débit sanguin et à la vitesse du sang circulant, n'est donc pas convoqué dans cet échange, ni plus tard d'ailleurs, dans la séance ; la chronogénèse est en panne sur ce point. L'idée d'un lien entre débit et fonction de transport ou d'échanges ne s'établit pas dans la classe (il semble d'ailleurs difficile en cycle 3 d'établir un lien entre débit et transport ou échanges). Or c'est vraisemblablement ce que cherche à établir P1, dans les intentions biophysiques qui sont les siennes ; il y a des tuyaux de calibres différents, ils ont des fonctions différentes ; il faut tenter d'expliquer le lien entre diamètre des vaisseaux et vraisemblablement soit un échange (au niveau des capillaires) soit un transport (au niveau des veines et artères) par exemple.

Cet épisode est donc porteur de deux types de difficultés. Mais la première difficulté est majeure car elle impose de faire produire artificiellement des hypothèses, qui n'en sont pas, en tâchant d'imposer une vision formalisée de l'activité scientifique scolaire, vision qui ne correspond pas avec les démarches spontanées des élèves (aller à la recherche de solutions). Cette première difficulté devient majeure en ce sens qu'elle met en péril tout travail sur l'enjeu épistémique ; les transactions didactiques maître/élèves tournent ici autour de cette incompréhension première et laisse de fait de côté, la substance épistémique du jeu, c'est-à-dire comprendre les raisons pour lesquelles il y a des vaisseaux sanguins de différentes sections. La première incompréhension, dans ce jeu, est de nature épistémologique et obère tout travail épistémique possible.

Si l'on considère que P1 est très attachée à un type de démarche très formalisée, on peut s'attendre à trouver dans la mésogénèse d'autres activités emblématiques des sciences comme par exemple des expériences. C'est ce que nous envisageons maintenant.

3.2.2.2. Dissection, expériences et schémas pour « voir et faire »

La séance S2 est organisée autour de deux activités emblématiques de l'enseignement des sciences au cycle 3 : la dissection d'un cœur de porc et des ateliers expérimentaux à propos du fonctionnement cardiaque. Reprenons l'Extrait 6, en page 141 que nous avons déjà commenté et à propos duquel nous avons dit que la présentation des jeux se faisait en référence à une absence de mise en lien entre savoir

et pratiques de savoir. Au-delà de l'analyse précédente, une lecture des milieux didactiques, à travers la présentation des jeux à venir, nous fait dire que pour P1, il s'agit de « voir » : « *on va voir aujourd'hui le cœur, on va voir la dissection du cœur, voir les différentes parties du cœur, voir comment ça fonctionne* » et qu'il s'agit également de « faire » : « *les autres vont aller faire des ateliers, mais essayer de faire des expériences* » pour comprendre comment le cœur est organisé et fonctionne. Ceci témoigne d'une certaine conception de l'enseignement des sciences de la part de P1 qui place l'activité ou le « faire » et le « voir » non problématisés, comme des éléments centraux de l'activité scientifique, dans cette classe. Ainsi, du côté de P1, « voir » et « faire » devraient, sans doute, suffire aux élèves pour entrer dans une activité scientifique et produire des savoirs scientifiques. Donnons des exemples de ce que « voir » et « faire » signifient dans cette classe.

Nous avons analysé (Extrait 3 et Extrait 4, page 138) que la vidéo de la dissection du cœur de porc avait permis de livrer des savoirs descriptifs ne répondant pas à une problématique clairement identifiée. Nous avons alors remarqué, lors de cette analyse, que « voir » ne suffit pas pour comprendre, notamment le trajet du sang dans le corps qui est une conceptualisation relevant d'une modélisation plutôt que d'une observation. La dissection, qui fait milieu, est alors un prétexte à donner des savoirs avec le terme de prétexte pris dans le sens suivant : ce qui précède ce qui est écrit dans le texte, ici le texte étant la dissection. Nous avons alors précisé que le milieu fourni pour l'apprentissage (cette dissection) faisait surtout milieu pour P1 et très peu pour les élèves qui étaient en situation d'écouter les propos de P1 qui délivre des savoirs en position haute à partir de ce que l'on voit. La grande importance du « voir » dans l'activité scientifique, dans cette classe, est ancrée dans les propos de P1. Ainsi, au cours du jeu S2j2, concernant la dissection du cœur, nous avons relevé sur 8 minutes, les interventions suivantes de P1 utilisant les verbes « voir », « montrer », « regarder » :

- 51. P1 :--alors maintenant / on va voir la dissection d'un cœur de porc
- 52. P1 :-- alors qu'est-ce qu'on voit là ? Regardez // il va où celui-là ?
- 61. P1 : --regardez bien la première chose qu'on va vous montrer
- 68. P1 :-- oui / les petits trous que vous avez vus / ils sont dessous ils vont où / regardez bien où ils vont / donc / on a dit / ce vaisseau sanguin / il va où ?
- 71. P1 :-- du cœur part une artère qui va jusqu'au corps et y'en a une autre / une veine ou une artère / qui va jusqu'aux poumons / on a vu ça et puis on a vu qu'il y avait plusieurs parties dans le cœur / y'a cette petite partie que je vous ai montré
- 81. P1 :--alors / là on est en train de découper le cœur / de le détacher pour vous faire voir réellement comment il est fait
- 87. P1 :--regardez bien // côté droit / côté gauche ? on est où là ?
- 95. P1 :--alors / regardez bien / on a coupé là / qu'est-ce qu'on voit apparaître ? mais qu'est-ce qu'on voit ?
- 128.P1 :-- alors regardez bien maintenant / ça c'est l'oreillette / parce que le cœur est composé de 2 parties / l'oreillette / le ventricule // et vous voyez que de l'oreillette au ventricule droit /// vous verrez tout à l'heure / je vous ferez voir sur le schéma / mais regardez bien / de l'oreillette vers le ventricule ça passe / mais du ventricule à l'oreillette est-ce que ça passe ?

Extrait 9. Extrait de S2j2. « Comprendre l'organisation du cœur à partir d'une vidéo ». Minute 43 à 68. Tdp 37 à 167. Le professeur commente la vidéo d'une dissection de cœur. Quelques tours de parole sont sélectionnés.

Ensuite, quand il s'agit de « *faire des expériences* », les propos de P1 sont révélateurs de la modalité d'apprentissage dans laquelle elle souhaite placer les élèves, car ce sont les expériences « *qui font comprendre comment il [le cœur] fonctionne* » (Extrait 6, p. 141, tdp 25) ; ce sont bien les expériences, d'après P1, qui

feront comprendre, ce n'est pas l'activité intellectuelle des élèves. C'est donc une grande confiance qui est faite aux milieux pour créer des conditions de délimitation des savoirs et d'appropriation des savoirs ; cette confiance est sans doute excessive, d'autant que nous avons dit lors de l'analyse *a priori* que l'aide à la secondarisation était indispensable au cours du travail sur les « *ateliers scientifiques* » ; les expériences elles-mêmes et par elles-mêmes ne feront pas comprendre grand-chose, sans une aide et un étayage pour saisir les notions en jeu et les liens entretenus entre ces notions ; nous n'avons pas relevé d'aide de quelque nature que ce soit (P1 n'était pas présente dans ces ateliers) ; les savoirs et les conditions de leur production dans ces ateliers ne seront que très peu évoqués, et cela au cours du jeu S3j1 à un moment qui précède la constitution du cahier des charges de S3. Nous donnons ici le seul moment de reprise des ateliers scientifiques.

40. P1 :-- vous vous souvenez des expériences / ce que vous avez fait la semaine dernière
41. HUGO :-- y'a la cloison dans le cœur
42. P1 :-- ça servait à quoi ?
43. HUGO :--à séparer les deux côtés du cœur
44. P1 :-- et pourquoi ?
45. HUGO :-- pasque d'un côté y'a le sang qui arrive avec de l'oxygène / propre / et l'autre / il arrive pour se faire nettoyer
46. ELEV :-- oui / c'est du sang sale
47. P1 :-- oui / y'a du sang propre et du sang sale
- ...
87. P1 :-- alors si je regarde les expériences que vous avez menées lundi dernier / qu'est-ce que vous avez découvert sur le fonctionnement du cœur ? parce que c'est bien beau de voir comment est fait le cœur / mais aussi comment il fonctionne
88. PATI :-- ben on avait vu les battements qu'il fallait faire en une minute / il fallait mettre 70 tasses d'eau dans la cuvette =
89. P1 :-- oui / alors ça veut dire quoi ?
90. HUGO:-- que / que / nous ce qu'on fait en une minute / c'est ce que fait le cœur / inaudible sauf que en une minute le cœur il fait 4 litres et nous / on en fait moins
91. P1 :-- alors 70 ça veut dire quoi ?
92. MUIS :-- ben / 70 battements
93. P1 :--70 battements de cœur / oui / et puis quand vous avez fait avec la balle de tennis ? et je vous avais posé une question / comment on se sent après ?
94. EMOS :-- ça faisait mal !
95. P1 :-- et alors pourquoi ça faisait mal ?
96. PATI :-- pasque à force de faire ça (*la main se referme sur elle-même*) / ben ça bouge
97. P1 :-- et comment on peut faire ça ? qu'est-ce qu'on a dans la main ?
98. ELEV :-- pasqu'on a des os
99. ELEV :-- des muscles
- 100.P1 :-- alors qu'est-ce que ça voudrait dire ? que le cœur c'est un =
- 101.ELEV :-- muscle
- 102.ELEV :-- le muscle cardiaque
- 103.P1 :-- voilà / on a appelé le muscle cardiaque / rouge / ce qu'on voyait un peu bordeaux / hein // bon / alors aujourd'hui / ce que je voudrais que vous fassiez / on va travailler par groupes de 4 ou 5 / donc vous allez travailler par groupes

Extrait 10. Extrait de S3j1. Constituer un cahier des charges pour bâtir un schéma de la circulation sanguine. Minute 2 à 17. Tdp 13 à 113.

Cet extrait débute par une demande de P1 à propos des ateliers scientifiques (en 39). La réponse d'Hugo (en 40) porte sur l'atelier dissection où avait été remarquée la cloison inter ventriculaire. La série d'échanges qui suit (jusqu'à 87) est ainsi relative à la séparation des sangs oxygéné et chargé de déchets transitant dans le cœur, puis au-delà sur l'anatomie cardiaque mais pas relative aux expériences des

ateliers scientifiques. P1 revient alors, sans toutefois avoir signalé ce décalage dans les réponses, sur les apports des ateliers, en 87 ; le terme de « *découvert* » indique que les élèves auraient du lever un voile qui couvrait des savoirs contenus dans les ateliers et les manipulations. La réponse de Pati (88) est révélatrice d'une confusion entre les ateliers 1 (modélisation de la quantité de sang pompé par le cœur) et 4 (prendre son pouls). P1 attribue une qualité convenable à cette réponse confuse. Hugo tente alors une nouvelle formalisation de ce qu'il a compris de la modélisation « *le cœur il fait 4 litres et nous, on en fait moins [quand on a transvasé l'eau]* » (90) ; le cœur fait un travail beaucoup plus rapide et efficace que ce que les élèves ont pu produire au cours de l'atelier simulant le travail cardiaque, mais P1 ne produit pas de reprise épistémique du propos de Hugo et laisse donc se perdre cette éventuelle consistance épistémique. P1 revient alors sur le comptage des battements cardiaques et à la demande de précision qui suit, Muis fournit une réponse comparable à celle de Pati et de nouveau P1 acquiesce « *70 battements de cœur oui* », sans démêler le malentendu ni apporter une explication propre à faire comprendre les analogies concernées par l'atelier de modélisation. Sans transition, P1 enchaîne sur un autre atelier (balle de tennis). La tentative d'explicitation de cet atelier mène à une formule « *le cœur est un muscle* » qui n'explique de fait pas grand-chose mais qui semble satisfaire P1 avec un « *voilà* » conclusif qui semble apporter une lumière définitive à la compréhension simulée ici dans cet extrait, avec toutefois une mise en lien avec l'observation (« *ce qu'on voyait un peu bordeaux* » en 103). On ne peut donc pas dire qu'un vrai travail d'explicitation des ateliers manipulateurs ait été fait ; les ateliers, qui promettaient épistémologiquement, lors de l'analyse *a priori*, ne rendront pas les effets escomptés ni sur le plan épistémique ni sur le plan épistémologique. C'est bien le « faire » qui prime dans ces ateliers ; pourquoi faire ?, dans quelles conditions ?, pour saisir quels savoirs ? On peut aussi faire l'hypothèse que P1 n'est pas épistémiquement en mesure de produire elle-même cette secondarisation, cette « désimbrication » du « je » dans la situation, en raison d'une maîtrise sans doute insuffisante des savoirs transitant dans ces ateliers ; elle n'est probablement pas en mesure d'aider les élèves sur ce plan et installe de fait les élèves dans une imbrication du « je » dans la situation.

À la suite de cela, en S3, les élèves travaillent en groupes à l'élaboration d'un schéma de la circulation sanguine qui sera institutionnalisé en S4 (institutionnalisation du macro jeu, sans institutionnalisation intermédiaire). Nous avons vu que la construction de ces schémas devait respecter un cahier des charges mais à l'aune duquel une validation n'avait pas eu lieu au cours de l'unique jeu de S4.

En conclusion, observation, hypothèse, dissection, ateliers expérimentaux, schématisation : autant d'activités emblématiques qui sont ainsi posées successivement, dans ce qui est censé faire la mésogenèse, en estimant que ces éléments vont concourir quasiment seuls à la production de savoirs dont nous avons dit qu'ils n'étaient pas problématisés. Ainsi, P1 semble installer dans le milieu une série d'« objets » (observation du poignet, film, questionnaires, vidéo d'une dissection, schémas...) qui seraient à même de fournir une rétroaction adéquate pour rendre évidents des savoirs et en permettre un apprentissage par les élèves. La mésogenèse pour P1 serait le lieu d'émergence « naturelle » des savoirs ; mais aucun travail n'est fait pour délimiter avec les élèves le contour de ces savoirs et le régime de production des savoirs. C'est un peu comme si dans cette classe deux contrats évoluaient en parallèle. D'un côté, les élèves estiment qu'en sciences, il s'agit de partir à la recherche de solutions pour résoudre des problèmes en tentant de fournir des explications aux phénomènes rencontrés. De l'autre P1 estime que pour faire

entrer les élèves dans les sciences il est bon de pratiquer une démarche formalisée dans laquelle les savoirs et la production de ces savoirs ne vont pas de pair.

Le manque d'accord sur ces implicites et la gestion mésogénétique obèrent tout travail épistémique dense.

Enfin, ces activités emblématiques sont présentées et menées avec une conception des savoirs et des conditions de production des savoirs scientifiques (observation précédant toute connaissance, voir et faire pour comprendre) caractérisée par une approche empiriste de la science. Il en résulte des difficultés de compréhension de ce dont la mésogénèse est potentiellement porteuse ; les rapports au milieu ne sont les mêmes ; les lectures en sont différentes ; chacun semble jouer à des jeux un peu personnels.

La distribution de ces activités emblématiques est caractéristique des pratiques *in situ*. Il en est une autre relative aux positions respectives de P1 et des « aides » qui l'accompagnent dans ses gestes d'enseignement.

3.2.3. Des systèmes d'apprentissage annexes génèrent une topogénèse particulière

Avant d'en venir à un aspect topogénétique caractéristique sur l'ensemble de la séquence, il est nécessaire de porter attention à la gestion particulière des élèves dans cette classe dont la répartition et la prise en charge est assurée soit par P1, soit par des intervenants extérieurs à la classe. Sur les deux premières séances, P1 prend en charge des savoirs dont on peut dire qu'ils sont indispensables pour bâtir, en fin de S4, le concept de circulation du sang. Ainsi, P1 mène le groupe de travail sur les différents vaisseaux sanguins (on peut se référer à l'Extrait 7, page 143) ou la dissection du cœur (Extrait 3, Extrait 4, page 138), pendant que sont confiés à des intervenants le visionnement d'un film relatif au don du sang (en S1j2') et des ateliers expérimentaux sur le fonctionnement cardiaque (en S2j2. C'est-à-dire que P1 est présente physiquement dans les lieux où des savoirs incontournables pour la circulation du sang sont délivrés, et nous avons vu comment. D'autres savoirs (de type éducationnel, à propos du don du sang par exemple), et avec d'autres pratiques de savoir, sont mis à l'étude dans des systèmes annexes animés, soit par l'EVS, soit par un parent d'élève. Tentons de comprendre la nature supposée de cette opposition.

Dans la présentation aux élèves, du travail à effectuer, au cours des jeux à jouer, les savoirs sont présentés, nous l'avons dit, comme disjoints ou en opposition. Ainsi, en S1 : « *eux travailleront plutôt sur de quoi est constitué le sang* » et « *vous allez travailler sur par contre les différentes façons de conduire le sang* » (Cf. extrait 1, S1j1, minute 15, Tdp 48). En S2, « *un premier groupe ... avec moi, va voir la dissection du cœur, ..., pendant que les autres vont aller faire des ateliers avec Albe sur le fonctionnement du cœur* » (Cf. extrait 6, S2j2, minute 8'30, Tdp 26), comme si l'un était en opposition avec l'autre.

D'un côté, P1 semble prendre en charge des temps d'enseignement de contenus ou de savoirs scientifiques qui semblent d'importance pour l'enseignante, et alors P1 est en position topogénétique, le plus souvent dominante. Nous avons vu de quelle manière, P1 adoptait une position haute en animant l'atelier dissection et en délivrant du coup des contenus importants, ou pourrait même dire en anticipant la livraison de ces contenus sur les séances S3 et S4 (cf. extrait 3 et 4). D'un autre côté, les intervenants dans les systèmes didactiques annexes ont à gérer des informations relatives au don du sang ou des expériences et P1 n'a pas de prise ni sur les savoirs

délivrés (s'ils le sont), ni sur les manières de les livrer. L'entretien post protocole confirme l'importance que P1 accorde à l'atelier dissection (où elle est présente) sur les expériences (guidées par le parent d'élève) : *« j'aurais du inter changer les groupes pour les faire verbaliser sur les expériences mais le plus important était le cœur pour comprendre comment ça circule, pour la circulation sanguine »*. Ceci pourrait être un élément d'explication par lequel P1 délaisse les ateliers scientifiques au profit de la dissection *« plus importante »*. L'absence de P1 dans les ateliers scientifiques signe du même coup l'absence de secondarisation ou d'aide à la secondarisation auprès des élèves, puisqu'elle a au final réussi à *« faire verbaliser »* très peu les élèves (cf. Extrait 10, ci-dessus en page 148).

Dans les systèmes annexes, animés par les intervenants, les élèves pratiqueraient une partie de la démarche en laquelle P1 croit modérément, celle où il s'agit de mettre les élèves en activité, le « faire » dont nous parlions précédemment. D'ailleurs, elle le précise : *« ils se souviennent de l'expérimentation et pas de la conclusion »* (entretien ante S1, annexes, p. 17), il convient cependant de les faire expérimenter (car cela est –croit-elle- préconisé par la démarche d'investigation) mais *« les élèves ne retiennent que ce qu'ils font en agissant et pas les conclusions qu'on peut en tirer »* (*Ibid.*) comme l'atteste cet extrait de S1 minute 25'5 : *« vous êtes toujours dans l'action avant la réflexion encore une fois vous avez agi avant de réfléchir »* (S1, Tdp79). Les savoirs éducationnels, les manipulations et expériences sont délégués à l'EVS ou le parent d'élève, charge à P1 de délivrer des contenus car *« la démarche c'est bien, mais il faut des contenus »*. Les lieux d'enseignement et d'étude sont topographiquement marqués. Au final, par ce partage, il y a affaïssement des pratiques épistémiques potentiellement les plus denses (ateliers scientifiques) au profit des pratiques les plus pauvres (observer ou écouter P1 pendant la dissection). Quels élèves se rendent compte de cette répartition spatiale et cognitive ? Peuvent-ils reconnaître que certains apprentissages sont plus accessoires et d'autres plus fondamentaux, d'autant que les institutionnalisations effectives sont absentes ? Sans ces phases d'institutionnalisation, la séance S3 perd en densité épistémique car même si les élèves sont mis en situation d'échanger, de s'opposer des arguments pour tenter de construire au sein de groupes une possible circulation sanguine, les controverses portent sur des arguments pas clairement identifiés ; certaines des conditions de production de savoirs scientifiques sont proposées aux élèves mais la possibilité de construire des savoirs scientifiques est faible car les éléments de la discussion ne sont pas clairement identifiés. On peut effectivement douter d'échanges fructueux au cours de S3 si l'on en croit cet extrait en fin de séance S4, sur lequel on va procéder à une analyse fine des échanges pour comprendre les places et les fonctions respectives des acteurs dans l'avancée du savoir :

53. P1 :-- oui / bien sûr / le foie / c'est un organe aussi // et le foie lui aussi pour travailler il a besoin de quoi ?
54. E :-- du sang
55. P1 :-- pourquoi il a besoin de sang pour travailler ?
56. ELEV :-- pour l'oxygène
57. P1 :-- pour l'oxygène / et pas que pour l'oxygène / le sang transporte aussi =
58. ELEV :--le sucre
59. P1 :-- du sucre / alors oui / pas du sucre comme vous le voyez mais sous forme de molécules beaucoup plus petites
60. ELEV :-- les globules blancs
61. P1 :-- les globules blancs / ils transportent quoi ?
62. ELEV :-- l'air
63. P1 :-- ils servent à quoi les globules blancs ?
64. MUIS:-- à protéger le corps

65. P1 :-- oui // à protéger le corps
66. ELEV : *inaudible*
67. P1 :-- ah ! non / pas les globules blancs
68. ELEV :-- les globules rouges
69. P1 :-- oui / les globules rouges
70. MUIS :-- oui / et puis y'a les plaquettes aussi dans le sang
71. P1 :-- oui / y'a les plaquettes aussi dans le sang / mais à l'intérieur du sang / quand vous avez travaillé sur le sang /// vous avez vu que le sang contenait des cellules différentes qui ont un rôle différent à jouer /// mais que le sang ne transporte pas que de *inaudible* // bon alors / maintenant / vous m'avez dit foie / (P1 *dessine au tableau*) vous m'avez dit cerveau (*continue à dessiner au tableau*) / vous m'avez dit quoi d'autre ? muscles / estomac et quoi d'autre ?
72. ELEV :-- les os
73. P1 :-- les os ? oui / d'accord / mais est-ce que c'est *inaudible* pour la circulation sanguine ? attention // on en est à la circulation sanguine
74. ELEV :-- le cœur
75. P1 :-- le cœur lui-même / ben il y est déjà le cœur
76. ELEV :-- les boyaux
77. P1 :-- bon / les boyaux / chez nous on appelle ça comme ça / comment on appelle ça ?
78. ELEV :-- les tripes
79. P1 :-- ben / les tripes ! les intestins / c'est pas ça ?
80. La classe :-- ha ! oui !
81. P1 :-- bon / peu importe c'est pour vous faire voir que ça ne va pas qu'aux muscles / parce que l'autre jour y'a Pati qui demandait le sang / il va au cerveau ou pas ?
82. ELEV : oui
83. P1 :-- oui / mais quand vous schématisiez vous alliez à la jambe / et vous aviez pas schématisé ça à la jambe
84. P1 :-- bon / alors est-ce que maintenant Acam pourrait venir m'expliquer où va le sang / d'où il vient et qu'est-ce qu'il fait ? sachant que Hugo nous avait dit qu'il y avait deux circuits

Extrait 11. Extrait de S4j1. « Élaborer un schéma de la double circulation sanguine ». Minute 0 à 25. Tdp 1 à 181. Dans cet échange concernant les Tdp 53 à 84, les élèves listent des éléments pouvant entrer en ligne de compte dans la circulation sanguine.

Chacun, professeur comme élève, cherche à prendre sa place dans l'avancée des savoirs. L'enjeu étant ici de produire un schéma de la double circulation sanguine ; cet extrait, situé en S4, est positionné à un moment de bilan. Les élèves tentent de remettre en jeu les éléments acquis au fil des séances précédentes. Le sang est bien un élément fondamental, ainsi que le sucre et l'oxygène, mais certains autres dont nous avons dit qu'ils étaient des éléments accessoires perturbent le jeu du bilan ; les plaquettes ou les globules blancs tout comme les os ne sont pas les éléments les plus pertinents à convoquer pour la circulation du sang. D'où le rappel à l'ordre « *attention, on en est à la circulation sanguine* » de P1(73), injonction destinée à ne sélectionner que des éléments pertinents relatifs à la circulation du sang mais les chemins détournés empruntés auparavant ont égarés certains élèves des savoirs indispensables. Mais ici, tout est listé comme cela l'avait été en fin de S1 (cf. État du tableau en fin de S1, minute 58, Figure 12, p. 140). Les mises en réseau n'ayant pas été facilitées au cours des séances précédentes, le bilan en pâtit et la demande se fait plus pressante en 84 par P1 « *alors est-ce que maintenant Acam pourrait venir m'expliquer où va le sang, d'où il vient et qu'est-ce qu'il fait* » (84).

L'ensemble des savoirs informationnels produits jusqu'à maintenant devait prendre sens dans cette séance finale, mais ils sont en réalité juxtaposés les uns aux autres, listés par les uns et les autres sans apparente ligne directrice, en tout cas pour les élèves. Les élèves désirent prendre leur place mais cela se fait de façon hésitante, leurs interventions sont flottantes, peu affirmées en raison de perturbations

successives introduites au cours du déroulement de la séquence à propos des enjeux des jeux à jouer. Examinons plus en détail, l'agencement chronogénétique des savoirs.

3.2.4. En termes de chronogénèse : une séquence organisée comme une narration

A partir des éléments d'analyse déjà fournis, on peut donc dire que globalement la chronogénèse est saccadée, des unités sont posées, disjointes, le savoir avance par à-coups successifs au rythme d'une histoire qui se déroule, c'est-à-dire de « l'apparition des personnages » de l'histoire. Ainsi, voyons l'entrée en matière de S2 :

1. P1 :-- on a vu le cœur la semaine dernière ? (*sur un ton très étonné*)
2. ELEV :-- le sang
3. P1 :-- quoi sur le sang ?
4. ELEV :-- la circulation sanguine
5. P1 :-- on a fait la circulation sanguine la semaine dernière ?
6. ELEV :-- de quoi est composé le sang
7. ELEV :-- les différents vaisseaux
8. P1 :-- et aussi les différents systèmes de conduction du sang / alors on dit le sang mais dans le sang y'a plusieurs choses notamment=
9. ELEV :-- les globules rouges / les blancs / le plasma et les plaquettes
10. P1 :-- alors maintenant / ce sang / vous m'avez dit qu'il allait partout dans le corps Etie nous avait même dit que c'était lui qui amenait l'énergie aux muscles et alors il fait comment ? il part d'où et il fait quoi ? / est-ce que vous avez une petite idée ?

Extrait 12. Extraits de S2j0. « Rappels de S1 à propos des vaisseaux sanguins et des constituants du sang ». Minute 0, tdp 1 à 10. Cet exemple est révélateur des difficultés à cerner l'enjeu de savoir.

Dans cette classe, il s'agit donc de raconter une histoire dont le titre n'est pas bien défini : s'agit-il du sang (2), du cœur (1), de la circulation sanguine(4,5), des composants du sang (6, 9) ou des vaisseaux sanguins (7) ou les deux à la fois (8) ? Les mêmes doutes existent à l'attaque de S3 :

1. P1 :--Muis / il a envie de parler donc il va nous faire ce rappel
2. MUIS :-- alors on a travaillé sur la circulation du sang
3. P1 :-- on a travaillé sur la circulation du sang ? (*ton interrogatif et d'étonnement*)
4. ELEV :-- non / sur le cœur !
5. P1 :-- sur le cœur
6. ELEV :-- sur le sang
7. P1 :-- sur le sang et sa constitution et puis troisième chose ?
8. ELEV :-- sur les vaisseaux sanguins
9. P1 :-- oui / c'est-à-dire ?
10. PATI:-- par quoi le sang passe
11. P1 :-- alors / il y a des choses que vous m'avez dites / par rapport au cœur et par rapport au sang / que vous saviez / que vous présumiez savoir depuis quelque temps // alors qu'est-ce que vous avez vu / qu'est-ce qu'on peut déduire / qu'est-ce qu'on peut dire qu'on a vu / qu'on a étudié / qu'on sait déjà ?

Extrait 13. Extrait de S3j0. « Rappels de S1 et S2 », minute 0.

Les confusions sur l'objet d'étude, toujours en lien avec l'absence d'institutionnalisation, perdurent à l'entrée de la séance S3 ; est-ce la circulation sanguine (2 et 3), le cœur (4 et 5), le sang (6) ou les vaisseaux sanguins (8) : le projet n'est pas beaucoup plus clair. Le flou persiste encore entre ce que l'on sait, ce que l'on savait et ce que l'on a appris (P1 en 11). L'ensemble n'aide pas les élèves dans un repérage précis de ce qu'il reste à investiguer pour avancer le projet de la classe. Les élèves ont du mal à identifier les jeux auxquels ils sont convoqués. Il y a aussi une difficulté persistante pour saisir la prépondérance de certains jeux sur d'autres et ainsi entrer dans le projet général didactique de la classe.

Finalement, la séquence s'organise autour d'une narration dans laquelle il y a d'abord des savoirs relatifs aux vaisseaux sanguins puis des savoirs relatifs à la composition du sang, ensuite des savoirs liés au cœur et parfois un peu de tout ensemble. On raconte alors une histoire à propos du sang et du fonctionnement cardiaque dont le dénouement est la double circulation sanguine. C'est ce qui nous fait dire que cette séquence est globalement orientée comme une narration, au sens d'Orange-Ravachol (2007, p. 8-9), narration qui maintient l'élève dans un univers familier et qui peut par certains côtés faire obstacle à un apprentissage scientifique car dans ce cas « *il suffirait de raconter de façon ordonnée ce que la nature nous donne à voir, pour entrer dans le discours scientifique* » (Bautier, Manesse, Peterfalvi et Vérin, 2000, p.16) et les élèves pourraient être amenés à percevoir ces « histoires » comme des vérités indiscutables et non problématisées, or il s'agit bien ici d'établir des relations qui ne soient pas linéaires pour entrer dans la compréhension de processus complexes.

Le bilan est une séquence ordonnée résumée de la façon suivante dans la Figure 13, p. 154, ci-dessous.

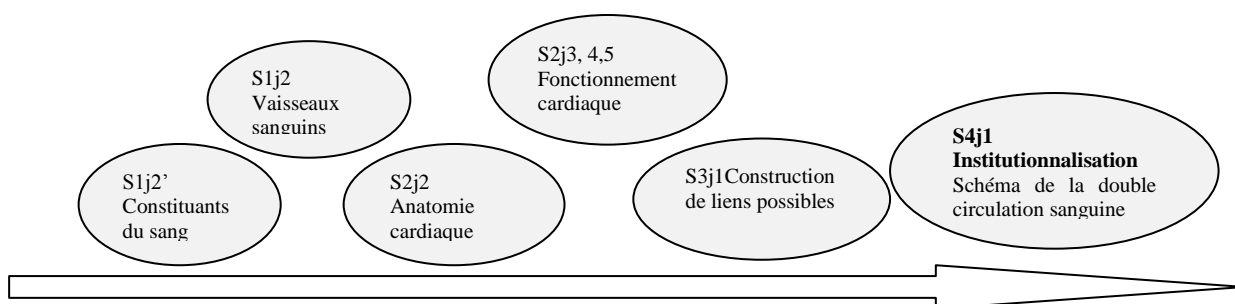


Figure 13. Bilan de la chronogénèse dans la classe n°1.

Mais l'histoire racontée, nous l'avons vu, a pris des détours. Connaître la composition du sang ou le don du sang est un élément accessoire pour la compréhension de la double circulation sanguine. Le fil de l'histoire n'est pas toujours clair pour les élèves et ceux-ci tentent avec un certain nombre d'efforts de trouver le fil de l'histoire ; c'est ce que nous avons vu sur les extraits précédents (Extrait 11, page 152 et Extrait 12, Extrait 13, en page 153).

Le macro-jeu se décompose donc en jeux qui ont leur unité propre mais pas d'enjeu établi et confirmé par une institutionnalisation ; les élèves ne peuvent pas clairement savoir à quel jeu on joue (observation ou pratiques documentaires en S1j2 ?, anatomie cardiaque ou double circulation sanguine en S2j2 ?) ni quelles sont les conditions dans lesquelles on gagne ou on perd. Au final, la narration au cours de cette séquence, dans cette classe, est le résultat d'un empilement d'éléments issus d'observations empiriques ou d'activités parfois déléguées à des intervenants extérieurs ; l'explication des phénomènes n'est pas recherchée, pas plus que la mise en relation d'éléments connus ou nouvellement acquis.

3.2.5. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes

Pour faire le bilan des caractéristiques des pratiques conjointes que nous venons de dégager, on pourrait dire que dans cette classe, une histoire à propos du sang a été racontée. Cette narration a été composée à l'aide d'activités emblématiques

de l'enseignement des sciences à l'école (observation, dissection, ateliers expérimentaux, schématisation...) qui sont ainsi posées successivement en concourant à la production de savoirs dont nous avons dit qu'ils n'étaient pas problématisés. Ceux-ci ont des caractéristiques qui les rapprochent de savoirs factuels, appréhendés dans une vision cumulative des savoirs ; ils apparaissent le plus souvent sous forme de listes non hiérarchisées.

Nous avons relevé comme caractéristique également le fait que les situations didactiques mises en place l'étaient très peu à partir des connaissances des élèves, que ce soit leurs savoirs préalables ou ceux qu'ils avaient pu construire au cours du déroulement de la séquence, comme si les obstacles que peuvent rencontrer les élèves pouvaient être résolus par eux-mêmes. Cette forme d'implicite est aussi retrouvée dans la grande confiance faite aux milieux mis en place par P1, comme si là encore la seule fréquentation des milieux pouvait permettre aux élèves de dégager les objets de savoir en jeu. Ces implicites forment une partie du contrat didactique dans cette classe dégagé au cours de l'analyse *in situ*.

Dans cette séquence, la topogénèse peut prendre plusieurs formes ; P1 prend une part dominante dans certaines activités, dans d'autres, la responsabilité est confiée aux élèves qui n'ont pas les moyens d'assurer cette responsabilité, et dans d'autres encore les élèves cherchent à prendre une place mais n'ont pas trop d'éléments pour lire l'activité et s'y introduire. Enfin, dans cette séquence, la problématisation est quasiment absente.

Globalement, les savoirs, dans cette séquence, sont peu « intentionnés » ; des chemins détournés sont pris pour arriver à l'objet de savoir. Il y a peut-être une stratégie professorale mais alors celle-ci est opaque, même à l'issue des analyses produites. P1, de par la gestion des groupes, a tendance à encadrer des pratiques de production de savoirs pauvres sur le plan épistémologique. Nous résumons ci-dessous (Tableau 4, p. 156) les caractéristiques des pratiques conjointes en indiquant les principaux savoirs de chaque séance et en indiquant globalement les genèses sur la séquence.

	Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3	Séance n°4
Principaux savoirs en jeu dans la séquence	S1j2. Les différents vaisseaux sanguins sont les artères, les veines et les capillaires Observation de documents	S2j1. Le cœur est un muscle creux séparé en deux par une cloison interventriculaire. Le sang circule à sens unique dans le cœur. Les veines (caves et pulmonaires) amènent le sang au cœur. Les artères (aorte et pulmonaire) partent du cœur Observation d'une dissection	S3j2. Propositions de circulation du sang dans le corps Débat argumenté	S4j1 Participer à l'élaboration d'un schéma de la double circulation sanguine Construction collective
	S1j2'. Le sang est constitué de plasma, globules rouges qui transporte le dioxygène, globules blancs jouant un rôle dans les défenses immunitaires, plaquettes, Vidéo (intervenant)	S2j2. Le cœur est un muscle. On peut repérer son activité par le pouls Ateliers expérimentaux (intervenant)		
Nature des savoirs produits	Savoirs non problématisés Descriptifs Factuels Vision cumulative des savoirs apparaissant sous forme de listes de noms non hiérarchisés			
Mésogénèse avec activités emblématiques Observation, hypothèse, dissection, expérimentation, schématisation DI formalisée pour P1				
Chronogénèse type narration sur le sang ou la circulation sanguine à l'aide de jeux disjoints dont l'articulation est à la charge de l'élève				
Topogénèse en lien avec des jeux délégués à des intervenants extérieurs difficulté pour les élèves à prendre une place topogénétique efficace pour l'avancée des savoirs				

Tableau 4. Récapitulatif des caractéristiques des pratiques dans la classe n°1.

En revenant dans un mouvement réflexif sur nos conclusions de l'analyse *a priori*, on remarque l'affaiblissement généralisé de nature épistémique sur la plupart des jeux et l'appauvrissement épistémologique, notamment au jeu (S2j2). L'intention de P1 que nous pouvions supposer à l'issue de l'analyse *a priori* de développer des compétences scientifiques chez les élèves autour de la quantification et la mesure, de construire des connaissances à partir de modélisations ne s'est pas révélée en acte dans l'action conjointe. Une partie des conclusions formulées ici à l'issue de l'analyse *in situ* sont tout à fait en cohérence avec celles produites à l'issue de l'analyse *a priori*. Ainsi, ayant produit une analyse *a priori* puis une analyse *in situ*, nous pouvons désormais inférer avec une validité plus affirmée des déterminants de l'action qui vont nous permettre d'affiner notre compréhension des pratiques conjointes sous l'angle d'une conjonction de déterminants ; c'est ce que nous détaillons ci-après, en envisageant des déterminants professoraux puis élèves. En effet, les déterminants

professoraux sont majeurs ; nous les envisageons dans un premier temps. Cependant, même si on relève une très grande cohérence entre les prévisions de notre analyse *a priori* et le constaté de l'*in situ*, en lien avec les déterminations professorales, il reste des espaces dans l'action conjointe non totalement prévisibles et qui méritent une attention toute particulière pour être compris. Ce sont ces espaces, émergents de l'action, qui peuvent nous mener sur la piste des déterminants élèves. C'est ce que nous verrons dans la section qui suit.

3.3. Une forte empreinte des déterminants professoraux sur les pratiques conjointes

En lien avec les déterminations professorales prévues par la TACD, nous envisageons différents types de déterminants : le ROS du professeur, son épistémologie pratique fondée sur des théories sous-jacentes relatives aux savoirs scientifiques, leur enseignement et leur apprentissage, enfin nous examinons son activité adressée.

3.3.1. Le ROS de P1 et des soubassements aux théories implicites mobilisées dans l'action par P1

3.3.1.1. Caractérisation et raison du ROS de P1

Deux centrations épistémiques cohabitent dès le début de la séquence : une centration « immunitaire et réparation » à fort ancrage dans l'éducation à la santé et une centration « biophysique » en focalisant l'étude sur les vaisseaux sanguins. C'est une confirmation de ce qui avait été pressenti en conclusion de l'analyse *a priori* : le ROS de P1 ne l'emmène pas vers des centrations « fonction de nutrition ».

Le choix d'entrer dans la thématique de la circulation sanguine par une centration « éducation à la santé » peut trouver des éléments d'explication dans les propos de P1, « *je trouve que c'est important de donner son sang et je vais essayer de faire passer ce message-là et que moi je peux plus le donner, et ça fait des années, parce qu'il y a 20 ans j'ai eu un accident de voiture, j'ai été transfusée et ils⁷⁴ me refusent régulièrement, même si j'ai fait un test de séropositivité, il est négatif et on⁷⁵ me refuse* » (Entretien ante protocole, annexes, p. 8). Cette entrée « éducation à la santé » est donc primordiale pour P1 ; il y a quelque chose ici dans son histoire personnelle qui amène P1 à privilégier cette entrée épistémique dans la circulation du sang. Ce choix épistémique privilégié n'est pas anodin ; cela engage la classe à mettre en jeu des contenus relatifs à la constitution du sang : les globules rouges, les globules blancs, les plaquettes. P1 nous reprecise ce choix et nous conforte dans notre interprétation précédente, quand, au cours de l'entretien post protocole, on lui redemande de justifier cette entrée : « *Quand il y avait des campagnes de vaccination, on pouvait comprendre comment fonctionnait un vaccin et voir le rôle des GB. Normalement, ils [les élèves de la classe] auraient pu expliquer ça, mais bon, expliquer qu'on donnait un peu de la maladie et qu'on développait des éléments qui permettaient de se défendre. Pour moi, c'est important de savoir qu'il n'y a pas que des GR même si ça sert pas directement pour la circulation du sang* » (Entretien post protocole, annexes, p. 22). Faire le choix de démarrer la séquence par cet aspect très concret du don du sang, en mettant les élèves face à un film sur le don du sang,

⁷⁴

⁷⁵ Le « ils » et le « on », dans cet extrait, désignent les centres de transfusion sanguine

indique chez P1 une préoccupation majeure en relation avec son ROS. P1, on le suppose, privilégie les objectifs éducationnels pour ce domaine précis des sciences, ce qui l'engage vers des visées éthiques, en lien avec l'élaboration d'un rapport personnel aux objets de savoir très particulier dans cette séquence. La centration éducationnelle privilégiée par P1 est donc à mettre en relation avec un déterminant fort, presque émotionnel, ancré dans l'histoire singulière de P1. Finalement, P1 a eu une expérience personnelle (transfusion sanguine) qui a imprimé d'une façon singulière son rapport aux savoirs liés à la circulation sanguine.

La seconde centration épistémique (que nous ne pouvons relier à un déterminant identifié) est « biophysique » et engage la classe vers des travaux portant sur les noms et les calibres des vaisseaux sanguins. Le choix de ces entrées biophysique et éducationnelle excluent, de fait, la centration « fonction de nutrition » et engage les acteurs didactiques dans la compréhension de la circulation du sang comme fonction isolée. En excluant l'approche par les fonctions de nutrition, la classe, nous l'avons vu, est peu engagée vers une réactivation de la mémoire didactique à propos de la respiration ou de la digestion, mais peu engagée aussi vers une mise en lien des savoirs, une mise en réseau qui serait nécessaire pour une vision systémique de la fonction de circulation du sang dans le corps humain.

Sur le plan épistémologique, la manière dont P1 s'approprié les connaissances en biologie est énoncée de la façon suivante : « *la biologie, c'est un truc qui m'intéresse à lire, écouter, regarder* » (Entretien ante protocole, p. 8). Ceci est bien sûr une modalité de rapport aux objets de savoirs scientifiques qui ne fait pas de lien entre des problèmes posés et les savoirs. Il n'y a pas de quête particulière dans cette démarche, les savoirs sont prélevés un peu au hasard. De fait, ce ne sont pas des savoirs scientifiques problématisés. Ce ne sont même pas des réponses à des questions, tout au plus des informations qualifiées d'intéressantes. Ainsi, pour P1, sa conception des sciences du vivant est-elle proche d'une vision qui regarde les savoirs scientifiques comme une série de réponses à des questions posées de l'extérieur, pourrions-nous dire.

3.3.1.2. Des théories implicites chez P1 à propos des savoirs et de l'enseignement/apprentissage de ces savoirs

Des théories sur les savoirs de la circulation du sang

Cette modalité personnelle particulière d'entrer en relation avec les savoirs peut alimenter des théories implicites sur ces mêmes savoirs. Et on peut raisonnablement penser que « *lire, écouter, regarder* » peut être compris comme un point de vue sur les savoirs et comme des modalités possibles pour accéder à la connaissance. C'est, en partie, une sorte de théorie implicite sur les savoirs en question, une épistémologie de ces savoirs particuliers de la biologie. Les savoirs de la circulation du sang seraient des informations intéressantes à lire, écouter, regarder. Les types de savoirs seraient des savoirs informatifs, pas forcément liés les uns aux autres et des savoirs capitalisables.

Des théories sur l'enseignement et l'apprentissage

Au-delà d'influences très générales alimentant des théories sur l'enseignement et l'apprentissage, la manière dont P1 s'approprié les connaissances en biologie est d'une certaine façon, par certains aspects seulement, déclinée en modalité d'enseignement et d'apprentissage.

... sur l'enseignement ... « Lire, écouter, regarder » la biologie, est très proche d'une conception empiriste de la science. Ainsi, la plupart des situations d'enseignement sont menées avec l'idée qu'il suffit de « voir » ou « regarder » pour comprendre ; il s'agit d'observer des vaisseaux sanguins sur soi ou dans des livres (S1), de regarder un film documentaire pour répondre à un questionnaire (S1), de voir une dissection (S2) etc. pour entrer dans une certaine compréhension des sciences. On comprend aussi que ce positionnement vis-à-vis des savoirs et de leur enseignement ne favorise pas la problématisation ou la recherche d'explications.

... sur l'apprentissage... Comment cette manière personnelle de connaître, en écoutant, regardant, lisant, des savoirs informatifs, s'accommode-t-elle avec des formes d'apprentissage ? Dans cette manière de connaître, pas d'obstacles à l'apprentissage, ou au moins pas de prise en compte, les savoirs étant des informations. Pour entrer dans ces savoirs il suffit de proposer aux élèves des questions auxquelles ils auraient la charge de répondre et, apprendre, dans cette classe, c'est souvent « faire » ou « regarder » ou « écouter » comme une forme de transposition des façons propres d'apprendre de P1.

L'ensemble de ces éléments, pour partie implicite, fonde une partie de l'épistémologie pratique de P1.

3.3.2. L'activité adressée : une perception de la DI difficile à mettre en œuvre en sciences du vivant

La DI en sciences ... on peut supposer que pour P1, la DI à l'école est une démarche qui commence par des questions, « *il faut se poser des questions* » nous dit P1 au cours de l'entretien ante protocole. Puis, on doit aussi faire des expériences, on émet des hypothèses et on essaye de valider ces hypothèses : « *j'ai fait une expérience, j'ai un résultat ou j'émetts une hypothèse, que faire comme expérience pour valider ou non cette hypothèse ?* » mais enseigner le vivant, le corps humain, ce n'est pas comme enseigner les sciences.

La DI en sciences du vivant... il y a une spécificité, source de difficulté pour P1 à enseigner le vivant : « *la biologie, je trouve que c'est très complexe ... J'essaye bien le questionnement, mais là en SVT, non là on n'y arrive pas* » (entretien ante protocole), le « on » semblant désigner la classe, avec ses élèves et le professeur conjointement, ce sont des questions partagées par la classe, construites (?) par la classe qui ont du mal à émerger : « *on n'y arrive pas* » et puis « *la biologie, mais alors, je trouve que c'est très complexe, parce que ça part du vécu* » (*id.*) et enfin faire des expériences est hors de portée : « *sur le corps humain, je trouve que c'est très très compliqué, très compliqué à monter* » (*id.*) mais en biologie on part du vécu, nous dit P1, « *je me force à faire des expériences et tout* ». Enfin, vis-à-vis de ces expériences, P1 a des réticences « *j'ai un rapport pas bon aux expériences, j'en faisais pas avant quand j'ai appris les sciences* ».

Ainsi donc, il faut questionner ou se questionner et partir du vécu, mais finalement, cette représentation que P1 a de la démarche et qui, selon elle, est la demande institutionnelle ne la convainc pas tout à fait : « *la démarche c'est bien, mais il faut du contenu, des connaissances* ». Donc, pour P1, il s'agit de mettre en œuvre une démarche, peut-être, de notre point de vue, comprise comme une sorte de « faire » mais les connaissances semblent tout de même premières par rapport à cette démarche où l'on fait (des observations, des expériences, etc.) ou en tout cas dissociées des pratiques qui les font naître. Il y a conflit entre une demande institutionnelle d'une

démarche telle que la comprend P1 et sa conception personnelle d'un enseignement des sciences du vivant basé avant tout sur des connaissances dont nous avons caractérisé la nature précédemment.

Résumons l'exploration des déterminations professorales appréhendée tant du côté de du ROS de P1 que de son épistémologie pratique ou son activité adressée.

3.3.3. Des actions possibles pour l'action conjointe

Il semblerait qu'un ensemble d'éléments alimente des actions possibles chez P1 : un ROS, des théories sur les savoirs (savoirs-informations), leur enseignement (approche empiriste) et leur apprentissage (répondre à des questions, faire). Ces soubassements tentent d'entrer en accord avec la perception personnelle de la DI par P1 (partir du vécu, poser des questions, faire des expériences) ; cela n'est pas toujours simple et crée un certain nombre de tensions.

Le résultat de ces tensions « *je me force...* » est une épistémologie en actes qui imprègne les pratiques dont nous avons pu explorer précédemment les caractéristiques : séquence conçue à la manière d'une narration en privilégiant les versants épistémiques éducation à la santé et biophysique, au cours de laquelle les savoirs construits n'ont pas véritablement un caractère scientifique. La mésogénèse installée par P1 met les élèves en situation de « faire » et de répondre à des questions formatées. Nous résumons ci-dessous une modélisation des soubassements possibles constitutifs d'actions éventuelles dans la pratique de P1.

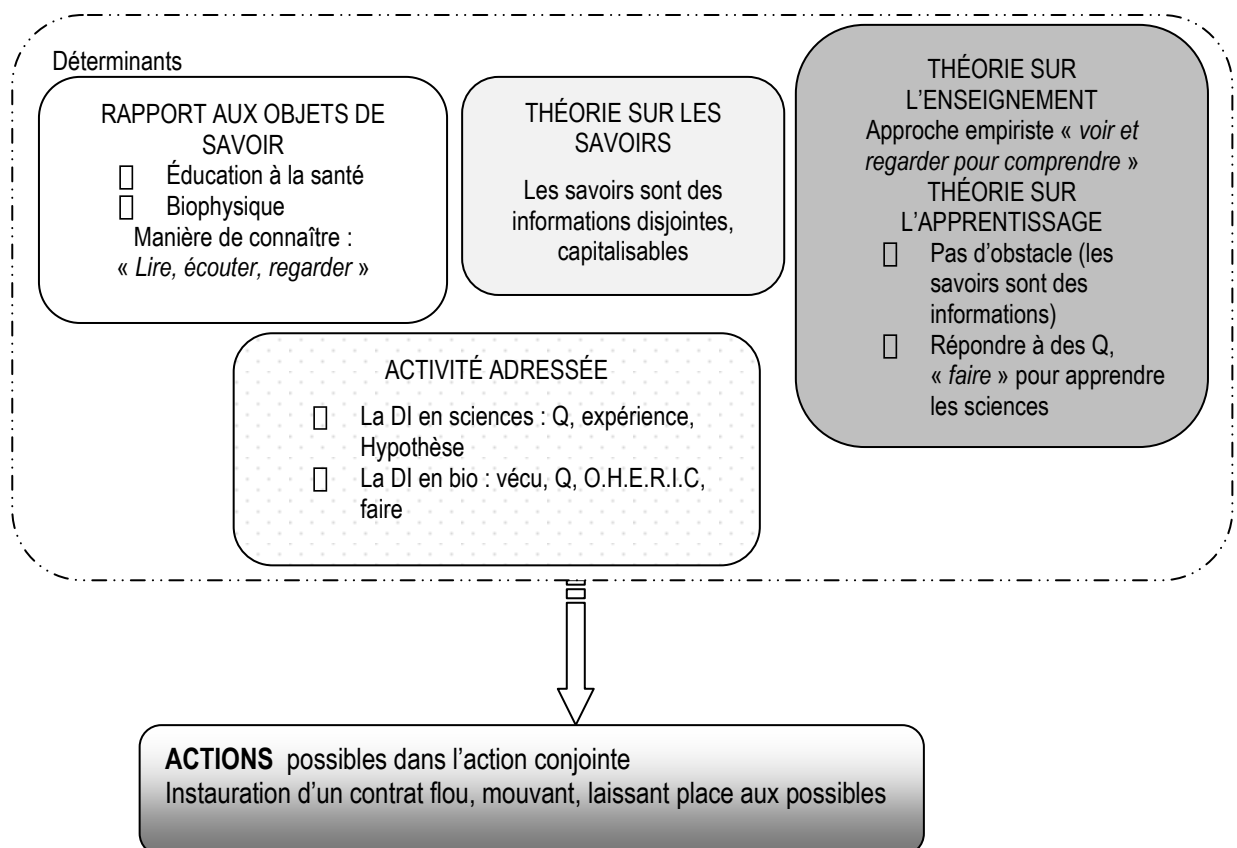


Figure 14. Déterminants professoraux possibles (P1).

Il nous semble que les déterminants inférés des analyses et que nous avons volontairement recherchés sur un plan didactique constituent 4 blocs (ROS, théorie sur les savoirs, théorie sur l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs, épistémologie pratique et perception de l'activité adressée) vraisemblablement reliés entre eux et agglomérés pour fournir des schémas d'action disponibles chez P1 dans l'action conjointe. Ainsi, les théories sur les savoirs alimentent les théories sur l'apprentissage et considérer que les savoirs sont des informations a vraisemblablement à voir avec la manière de concevoir leur apprentissage. De même, la DI est lue à la lumière des connaissances de P1 sur l'enseignement et l'apprentissage. Enfin, des systèmes de connaissances très générales sur l'enseignement et l'apprentissage doivent vraisemblablement alimenter les connaissances particulières de P1 sur les théories relatives à l'enseignement et l'apprentissage des savoirs particuliers que nous suivons, ceux de la circulation du sang.

Ces déterminants professoraux constituent une matrice sur laquelle prend ancrage un ensemble de d'actions possibles susceptibles d'imposer le tempo de l'enseignement ; ils déterminent en grande partie les pratiques conjointes par notamment la mésogenèse mise en place par P1, pour les élèves. Il s'agit maintenant de rechercher la place d'éventuels déterminants élèves dans l'action conjointe en repérant l'influence de ces déterminants dans les interstices qu'ils peuvent occuper dans le cours de l'action conjointe afin de parvenir à une meilleure compréhension des pratiques.

3.4. De la place pour les déterminants élèves

3.4.1. Un rapport épistémique « nutrition » pour Etie

Dans les interventions d'Etie, ce qui est en tout premier lieu remarquable, c'est que dès S1, cet élève pose de façon assez nette que les muscles utilisent de l'énergie et que plus les muscles sont en activité, plus les muscles consomment de l'énergie (Tdp 120 dans l'Extrait 14, ci-dessous). Cette énergie fournie aux muscles sert « *pour les faire bouger, pour vite réagir pour bouger les bras et dans les jambes* » (Tdp 119 et 121 dans l'Extrait 14, ci-dessous). En fait, Etie pose des éléments de base qui permettent de considérer la circulation du sang comme une fonction de nutrition. Nous avons remarqué que cette centration épistémique est totalement délaissée par P1 qui a fait d'autres choix : une vision « éducation à la santé » (pour des raisons vues précédemment) et une vision « biophysique ». Au cours de S1, P1 enseigne dans l'atelier à centration biophysique (l'autre atelier « don du sang » est encadré par l'EVS). Le questionnaire pour cet atelier est donc conçu dans cette optique ; il s'agit au bout du compte d'identifier des vaisseaux qui conduisent rapidement le sang (les artères et les veines) et des vaisseaux qui conduisent lentement le sang (les capillaires) ; que les échanges soient favorisés par des vaisseaux très fins n'est pas véritablement un enjeu du questionnaire, nous l'avons vu lors de l'analyse *a priori* ; la raison de ces échanges n'est *a fortiori* pas un enjeu non plus, alors que la question du transport des gaz est envisagée dans le questionnaire de la tâche n°1 de S1.

Mais Etie déplace la problématique vers un versant « fonction de nutrition » ; le sang serait ce qui approvisionne les organes en énergie. La vision d'Etie et celle de P1 sont en quelque sorte décalées, les deux étant sur un registre explicatif mais pas sur le même versant épistémique. Pour Etie, dans sa vision « nutrition », il s'agit d'expliquer comment des vaisseaux peuvent apporter beaucoup d'énergie dans des

lieux qui vont l'exiger et, fort logiquement, selon lui un tuyau de gros calibre va faire l'affaire. D'ailleurs, P1 accompagne par son discours cette logique :

- 112.P1 :-- bon / vous imaginez une artère ou un capillaire sanguin c'est un tuyau où passe le sang/ plus le tuyau est gros / plus le sang=
113.ELEV :-- plus le sang il va vite
114.P1 :-- plus le tuyau est petit moins / le sang va aller vite

Pour P1, dans sa vision « biophysique », il faut mettre en relation logique : vaisseau de petite section-débit faible. Les deux options explicatives, « biophysique » et « nutrition », sont en décalage comme en témoigne cet échange :

- 115.P1 :-- donc / à votre avis où on a besoin de vitesse et où on a moins besoin de vitesse ?
116.ELEV :-- on a besoin de vitesse au cœur
117.ETIE:-- non dans les membres
118.P1 :-- alors pourquoi on a besoin dans les membres ?
119.ETIE:--pour les faire bouger pour donner de l'alimentation aux muscles pour les faire bouger
120.P1 :--donc il nous faut les vaisseaux sanguins les plus gros qui arrivent=
121.ETIE:--dans les muscles pour vite réagir / pour bouger les bras et dans les jambes
122.P1 :-- tu m'as dit / le sang il apporte de l'alimentation / de l'énergie aux muscles donc tu as besoin de vaisseaux les plus gros pour aller=
123.ELEV :-- aux muscles

Extrait 14. Deux extraits de S1j2. Le professeur et les élèves formalisent les recherches faites au cours du jeu S1j1. Minute 44, tdp 112 à 123.

Les obstacles principaux à la compréhension des échanges nutritifs sont ici d'une part, la conception d'une porosité des tuyaux qui permet le passage d'éléments du sang des capillaires vers les organes, d'autre part le débit faible dans des tuyaux de faible diamètre. Le discours est en quelque sorte bloqué car ces notions de débit faible et de porosité ne sont pas appréhendables par des élèves de cycle 3. P1 ne peut que poser la question « *bon, vous êtes d'accord avec ça ?* », mais en sachant bien que la difficulté ne peut pas être résolue et de fait, elle ne le sera pas. On reste sur une incertitude :

- 124.P1 :-- bon / vous êtes d'accord avec ça ?
125.ERIC :-- non
126.P1 :-- mais ça me dit pas pourquoi tu n'es pas d'accord.// c'est parce ce que c'est Etie qui a dit ça ? bon / on court / nos muscles sont en action
127.ELEV :-- le cœur bat plus vite
128.P1 :-- pourquoi il bat plus vite d'ailleurs ?
129.ETIE:-- pasqu'on a besoin de plus d'énergie
130.P1 :-- qui utilise plus d'énergie ?
131.ETIE :-- les membres / nos muscles
132.P1 :-- il faut de l'oxygène dans les muscles / donc on va avoir besoin d'un tuyau qui va conduire le sang=?
133.ELEV :-- plus vite
134.P1 :-- quel est ce tuyau le plus gros ?
135.ELEV :-- artères
136.ELEV :-- capillaires

Extrait 15. Dans la suite des deux extraits précédents de S1j2. Tdp suivants de 125 à 137.

Le débat n'est pas tranché, qu'est-ce qui est le plus efficace pour apporter de l'énergie aux muscles ? Un tuyau de gros calibre ou de fins capillaires ? L'analogie avec des tuyaux d'usage courant, type tuyau d'arrosage, introduit ici un obstacle supplémentaire ; transposer cette connaissance « vulgaire » aux capillaires, nous l'avons vu (cf. p. 66), peut s'ériger en obstacle à la construction du concept d'échanges nécessaires au niveau des organes. L'obstacle est d'autant plus prégnant

dans cet extrait, que l'on a construit en premier, l'idée de sang canalisé et pas la nécessité d'échanges avec les organes.

Il semble pourtant que P1 abandonne le terrain « biophysique » au profit d'une vision « nutrition » à la fin de la séance S1, donc en suivant le topos d'Etie. En effet, l'atelier piloté par P1 (S1j2) amènerait les élèves à produire un résultat qui *grosso modo* serait : les artères et les veines conduisent rapidement le sang alors que la circulation dans les capillaires est lente. Et finalement, on se rend compte que cet apprentissage « biophysique » est abandonné au profit d'un sens nouveau introduit par Etie, du fait de son rapport aux objets de savoir, et pas anticipé par P1 car ne correspondant pas à son propre rapport aux objets de savoirs. Voyons ce changement de perspective, S1j3 minute 53'40 :

172.P1 :-- alors / Etie nous a fait un petit résumé de à quoi servait le sang et pourquoi / alors tu peux expliquer aux autres ?

173.ETIE :-- y'a des vaisseaux sanguins qui sont plus gros que d'autres / et ceux où ça va plus vite c'est les artères

174.P1 :-- moi je veux que tu leur réexpliques par rapport à ce qu'il y a dans le sang / tu nous as dit que quand on courait / quand on faisait un effort=

175.ETIE:-- le cœur bat plus vite parce que nos muscles ont besoin d'énergie

176.P1 :-- et l'énergie / on va en trouver où ?

177.ETIE:-- dans le sang

178.P1 :-- alors du sucre qui va donner de l'énergie et puis quoi d'autre ?

Extrait 16. Extrait de S1j3. « Restituer les recherches des groupes ». Minute 53'40. Tdp 172 à 178.

Etie est interrogé par P1 ; non seulement il est interrogé mais il a en charge de « réexpliquer » pour toute la classe (glissement de l'autorité professorale de P1 vers Etie). L'élève produit, dans la logique de P1, c'est-à-dire en fonction du contrat didactique sous-jacent, une réponse sur le mode de fonctionnement de P1, à savoir biophysique : « *y'a des vaisseaux sanguins qui sont plus gros que d'autres* » et qui correspond aux activités réalisées pendant l'atelier. P1 change alors de cap en entrant sur le terrain d'Etie et dans sa logique, à savoir « fonction de nutrition », et lui demande de répondre sur ce mode ; il y a rupture du contrat didactique implicite. Etie répond à cette commande en énonçant que les muscles utilisent l'énergie sous forme de sucre apporté par le sang. Cette succession de micro déplacements conceptuels fait naviguer entre des pôles différents qui n'étaient pas forcément prévisibles ; c'est bien ici le rapport aux objets de savoir d'Etie qui entraîne un changement de visée d'apprentissage de la part de P1 et des réaménagements successifs des termes du contrat didactique entre P1 et Etie d'abord, puis entre P1 et la classe. Etie oblige P1 à jouer sur un autre terrain que celui initialement prévu. Etie joue d'ailleurs, nous pouvons le remarquer, sur les deux terrains avec une remarquable aisance (le sien et celui de P1).

Il s'agit bien ici d'un ROS jamais entrevu par P1, car à plusieurs reprises P1 va citer Etie comme l'auteur de propos que P1 ne prend jamais totalement à sa charge et du coup ne rend pas publics comme un savoir institutionnalisé. En revanche, ces reprises des propos de l'élève imposent Etie comme un interlocuteur privilégié et les propos de P1 aident la classe à identifier Etie comme le dépositaire d'une parole dont la valeur peut être équivalente à la parole professorale. On enregistre une migration du topos d'Etie, d'un topos d'élève, vers un topos quasi professoral. Enfin, ces reprises nominatives sont un argument supplémentaire pour confirmer que P1 n'a pas, relativement à la circulation du sang, un ROS fonction de nutrition, une manière de connaître la circulation du sang sur la modalité « fonction de nutrition ».

81. P1 :-- Etie il a dit la semaine dernière / les muscles ils ont besoin d'énergie et c'est le sang qui l'apportait

Extrait 17. Extrait de S2j2. « Comprendre l'organisation du cœur ». Minute 48'15. Les élèves visionnent une vidéo d'une dissection de cœur de porc.

29. P1 :-- Etie nous avait dit que l'oxygène on en avait besoin dans les muscles / donc le sang il va où ?

Extrait 18. Extrait de S3j1. « Constituer un cahier des charges ». Minute 8. Il s'agit d'établir un cahier des charges afin de bâtir un circuit du sang dans le corps.

Cette analyse nous amène à conclure qu'il y a ici, sur ce petit moment d'action conjointe, un changement de perspective majeur dans cette séquence sur le plan épistémique, que ce changement ne pouvait en aucune manière être anticipé en regardant les déterminants professoraux. Pour nous, le changement est majeur, en ce sens que c'est une opportunité introduite par Etie qui réoriente passablement la vision épistémique que l'on peut, à partir de ce moment, porter sur la fonction de circulation du sang. C'est bien ici un rapport épistémique d'un élève qui change le cours du prévisionnel et importe dans l'action conjointe un déterminant que P1 laisse vivre, sans se l'approprier, mais en laissant la classe pouvoir identifier le détenteur de ce rapport épistémique.

3.4.2. Des rapports épistémologiques en tension avec celui de P1

Nous ne faisons que rappeler ici pour mémoire les événements analysés à l'aide des extraits précédents (Extrait 7, p. 143 et Extrait 8, p. 145, ci-dessus) ; nous avons noté des changements de jeux, d'observation (de la part de P1) vers des jeux d'explication (de la part de Muis et Dani). Il y a donc, chez des élèves, une composante épistémologique du rapport aux savoirs en jeu différente, sous-tendue par une lecture différente des éléments faisant la mésogenèse. Nous avons également produit une analyse sur une incompréhension sur le plan épistémologique (opposition hypothèse pour P1 à solution pour des élèves) qui au final obérait tout travail épistémique sur le temps de l'épisode analysé mais aussi nous l'avons vu sur la séance en elle-même. Sur les deux événements analysés, il semblerait que les conflits épistémologiques entre P1 et les élèves soient suffisamment importants pour bloquer toute avancée épistémique dans le processus d'enseignement et d'apprentissage ; ils formeraient des désaccords profonds à une entente ultérieure de nature épistémique dont l'origine est le rejet, par des élèves, d'une démarche prototypique imposée par P1.

Reste à voir si le rapport à *l'apprendre* peut être un déterminant pertinent pour nous permettre de poursuivre nos éléments d'interprétation.

3.4.3. Le rapport à *l'apprendre* d'Etie

Si l'on examine le cas d'Etie, il semble que son rapport à *l'apprendre* soit important à solliciter pour affiner la compréhension de l'action conjointe. Rappelons que le rapport à *l'apprendre* comprend 3 composantes ; la dimension identitaire, épistémique et sociale. Il semble que ce soit la dimension sociale qui soit ici importante et l'appartenance d'Etie à une famille dont le papa a été victime d'un anévrisme peut expliquer l'origine de son ROS particulier : « *mon papa il a eu le plus gros anévrisme de Limoges, il est passé à deux doigts de la mort c'est pour ça que je m'y connais un peu* ». En outre, Etie précise au cours de l'entretien post « *avec mon papa je regarde des documentaires sur les membres ou le cœur et le sang* » (entretien post élèves, annexes, p. 64). On pourrait donc dire qu'Etie a appris, avec les moyens

qu'il nous présente (des documentaires), un certain nombre de savoirs (sur un versant fonction de nutrition) dans un contexte familial très particulier, voir dramatique, et que cela lui fournit une certaine légitimité, « *je m'y connais un peu* », et ainsi, il s'autorise à présenter à la classe ces savoirs. Ce rapport particulier aux savoirs en jeu dans la classe construit de façon assez éloignée de l'action en classe elle-même est, selon nous, un élément explicatif plausible de ce qui se joue *in situ* ; ce rapport à *l'apprendre* est, de notre point de vue, un déterminant de l'action côté élèves.

3.5. Conclusion générale à l'étude *in situ*

Nous reprenons sous forme très synthétique des éléments déjà évoqués, notamment au cours de conclusions intermédiaires produites au long de cette analyse *in situ* (cf. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes, p. 154). Au cours de celle-ci, nous avons pu relever comme caractéristiques de cette classe les éléments suivants. Les savoirs non problématisés, mis à jour au cours de l'analyse, sont mis en scène à l'aide d'une succession d'activités emblématiques de l'enseignement des sciences. Les élèves sont souvent mis en situation de « faire » dans cette classe et P1 accorde une grande confiance aux milieux et aux élèves pour identifier les savoirs en jeu.

Au-delà de ces caractéristiques, nous avons pu inférer de cette étude des déterminants professoraux. Le professeur P1 de cette classe donne à voir un certain rapport épistémique (versant biophysique et éducation à la santé) et épistémologique aux objets de savoir (savoirs cumulatifs, intéressants à lire, écouter, regarder) ; nous avons pu inférer de son action des théories sur les savoirs de la classe : savoirs-informations, disjoints et capitalisables ; des théories implicites sur la manière de les enseigner : dans une approche empiriste, il s'agirait de voir et regarder pour comprendre. Enfin, nous avons inféré de l'action des théories implicites de P1 sur la manière dont les élèves sont censés apprendre les savoirs de la circulation du sang ; il s'agit pour eux de « faire » des expériences, des hypothèses, des observations. Ces éléments en lien avec une déclinaison personnelle de ce qu'elle comprend qu'il conviendrait de faire pour enseigner les savoirs de la circulation du sang à l'école, constituent un ensemble de déterminants inter reliés alimentant un socle d'actions possibles au cours du travail dans la classe et instaurant un contrat didactique tel que des espaces peuvent être investis par des élèves. Ces espaces laissent une possibilité d'existence du ROS d'élèves. Nous avons ainsi pu constater que des élèves pouvaient donner à voir des rapports épistémiques et épistémologiques aux savoirs différents de ceux de P1 en n'entrant pas par exemple dans la démarche prototypique imposée par P1. Enfin, des espaces de l'action conjointe ont été investis par Etie qui introduit un ROS versant de nutrition et ainsi engage la classe vers une vision qui n'était pas prévisible au début, sur la base de l'analyse *a priori* (centrations biophysique et éducation à la santé de P1). Nous avons estimé que ce ROS, déterminant fort de l'action conjointe, est soutenu par un rapport à *l'apprendre* qui devient alors un autre déterminant de l'action que l'on peut porter au crédit des élèves.

Ainsi, même si P1 ne développe pas un ROS fonction de nutrition, elle est tout de même en capacité de reconnaître dans les propos d'Etie cet aspect, et de le « laisser vivre » dans la classe ; il y a eu reconnaissance de la part de P1 d'un versant intéressant, de son point de vue, qu'elle laisse grandir dans la classe, certes sans en endosser la paternité. Les conditions sont créées pour que vivent des ROS différents du sien. Cet espace est laissé libre probablement parce que l'histoire à raconter, la narration avions-nous dit, n'est pas totalement bouclée et laisse des interstices

autorisant des possibles. Probablement aussi parce que le trajet pour aller à l'objet de savoir-cible emprunte des chemins détournés et laisse donc des possibilités pour l'existence et la reconnaissance de différents ROS soutenus par des RAP.

Ces résultats apportent également des indices par rapport à la proposition que nous faisons dans la partie « matrice théorique » (cf. p. 37). Sur cet exemple, dans cette classe, il est pertinent de prendre en compte le rapport aux savoirs des élèves, dont nous avons tenté de rendre compte de la matérialité, comme un déterminant important qui permet de comprendre et de démêler les transactions didactiques en train de se dérouler *in situ* ; il peut donc être pertinent d'introduire d'un point de vue théorique des déterminants élèves, dont ici le ROS et le RAP, comme éléments modulateurs des pratiques conjointes.

Chapitre 2. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°2

1. Le contexte de l'étude de cas n°2

1.1. L'école

Il s'agit d'un groupe scolaire conséquent (220 élèves) situé dans une ZUP⁷⁶. Il y a 12 enseignants, un RASED⁷⁷, un psychologue scolaire, deux maîtres spécialisés (E et G⁷⁸) auxquels il faut ajouter une vingtaine d'intervenants extérieurs. L'école comprend une CLIS⁷⁹ de 20 élèves environ. L'école est donc située en RAR⁸⁰. Les élèves qui fréquentent l'école sont pour la majorité en difficultés scolaires. Dans beaucoup de familles, les parents sont au chômage et les fratries sont en général composées de nombreux enfants. Les parents sont impliqués dans la vie de l'école lorsqu'on les sollicite et ils participent aux réunions au sein de l'école.

1.2. L'enseignante

P2 à 44 ans a 16 années d'ancienneté dans le métier ; c'est sa troisième année en CM2 dans ce groupe scolaire. Elle était auparavant référente en RAR pour la liaison CM2/collège. Elle a travaillé en SEGPA⁸¹ pendant plusieurs années ; on peut dire qu'elle connaît bien le contexte des écoles « difficiles ». P2 est maître-formateur depuis 3 ans. Elle est de profil franchement littéraire (DEA de lettres modernes et littérature comparée). Elle est volontaire pour participer à la recherche et motive sa participation par sa curiosité intellectuelle.

1.3. La classe

Il s'agit d'un CM2 à 23 élèves, comprenant 14 garçons et 8 filles dont une jeune russe qui vient d'arriver dans la classe (elle ne parle pas français). Tous les élèves sont issus de la cité au sein de laquelle est implantée l'école. L'origine socioprofessionnelle des élèves est modeste. Les élèves sont décrits comme difficiles, bruyants, parfois peu respectueux vis à vis des adultes d'une part et entre eux d'autre part.

⁷⁶ Zone à urbaniser en priorité.

⁷⁷ Réseau d'aide aux élèves en difficulté.

⁷⁸ Le maître E travaille pédagogiquement à rétablir les acquisitions fondamentales dans les différents domaines d'apprentissage. Le maître G ne travaille sur les contenus scolaires mais sur le comportement d'élèves en difficulté à l'école.

⁷⁹ Classe d'intégration scolaire.

⁸⁰ Réseau ambition réussite.

⁸¹ Section d'enseignement général et professionnel adapté.

2. Analyse a priori des savoirs en jeu

2.1. Le prévisionnel de la séquence préparée par P2

2.1.1. Présentation des tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

2.1.1.1. Séance 1. Les représentations

Cette séance est entièrement axée sur les conceptions des élèves ou pour reprendre le cadre théorique, il s'agit de rendre apparents les rapports à l'objet de savoir « circulation du sang dans notre corps » des élèves de la classe.

Groupe de tâches. « Où est le sang dans notre corps ? »

A l'aide d'une silhouette fournie aux élèves, ceux-ci doivent répondre à la consigne : « où est le sang dans notre corps ? ». Le travail est individuel dans un premier temps, puis par groupes, les élèves doivent repartir de leurs productions personnelles afin de dégager « des ressemblances et des différences » entre elles. Selon la préparation de P2, le temps collectif qui suit le travail de groupes est une confrontation des diverses conceptions afin de dégager des tendances générales entre les productions soit en termes de ressemblances soit en termes de différences. La dernière tâche demandée aux élèves est de répondre à la question « comment pourrions-nous valider vos réponses ? » Sans doute faut-il entendre ceci comme une recherche de modalités de validation des différents systèmes explicatifs fournis par les élèves de la classe.

2.1.1.2. Séance 2. La circulation fermée à sens unique

L'objectif annoncé de la séance dans la préparation de P2 est d'arriver à la notion d'une circulation fermée à sens unique. Il s'agit pour les élèves de comprendre que le sang n'est pas libre dans tout le corps mais qu'il est endigué dans des vaisseaux sanguins « de plus en plus petits », nous dit la préparation de P2, et que ces vaisseaux forment un ensemble clos dans lequel le sang circule dans un seul sens.

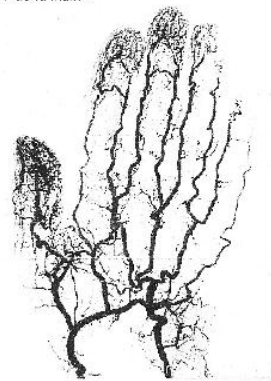
Tâche n°1. Sang endigué dans des vaisseaux sanguins

P2 propose aux élèves d'analyser trois documents (artériographie, radiographie et dessin d'un doigt d'une main) reproduits ci-dessous, pour mettre en évidence la présence de vaisseaux sanguins de différents calibres dans lesquels le sang est endigué.

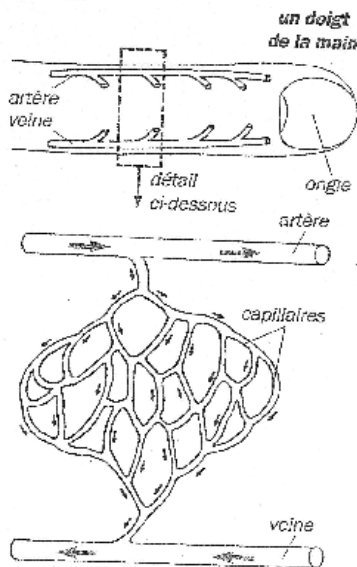
Doc. 1 : Radiographie de la main :



Doc. 2 : Angiographie de la main :



Doc.3 : Dessin



Document 5. Les documents à l'étude dans la tâche n°1. de S2

Au cours de cette première tâche, le travail est prévu par équipes de 2 qui produisent un écrit, puis une mise en commun à l'oral est organisée pour arriver à une formulation du type : le sang ne circule pas librement mais dans des vaisseaux ; artères, veines et capillaires sont les contenants.

Tâche n°2. Circulation fermée à sens unique

Il s'agit de l'observation d'un extrait de vidéo « C'est pas sorcier »⁸². Il est prévu de faire travailler les élèves par 2 puis de procéder à une mise en commun à l'oral. *A priori*, selon la préparation de P2, il semble que l'exploitation de cette vidéo amène à formuler que le sang est endigué à l'intérieur d'un circuit fermé et à sens unique. Ensuite, ce document vidéo permettrait d'énoncer que le sang « *passé par les organes et par les poumons qui sont reliés au cœur* » comme le suggère la préparation de P2. P2 propose enfin de faire produire une trace écrite à l'aide de la consigne suivante : « *dessine un doigt en représentant le plus précisément possible les vaisseaux sanguins. Indique dans quel sens le sang circule* ». Cette trace écrite est l'institutionnalisation prévue.

2.1.1.3. Séance n° 3 et 3'. Rythme cardiaque et activité physique

D'après P2, l'objectif de ce groupe de séances est de comprendre à quoi sert le cœur, à partir d'une situation concrète.

Tâche n°1. Recueil et analyse de données physiologiques

Pour cela, P2 fait faire une activité physique aux élèves, en classe et en cours d'EPS, afin d'effectuer des mesures de prise du pouls et du rythme respiratoire qu'ils reporteront dans un tableau pour constituer un stock de données physiologiques à traiter. Dans ce tableau sont notés le pouls et la fréquence respiratoire au repos, à l'effort et quelques temps après l'effort.

LA CIRCULATION SANGUINE				
Je compte les pulsations (les battements du cœur) et les fréquences respiratoires pendant 30'' :				
	Au repos	Après l'effort	Après un repos de 2'	Après un repos de 30'
Nombre de pulsations	35	70	50	
Nombre d'inspirations/expirations	15	30	20	

Document 6. Document support des séances 3 et 3'.

L'enjeu est ensuite pour les élèves d'établir une relation entre l'effort physique produit et l'augmentation du rythme cardiaque.

⁸² L'extrait, très court, donne à voir le mouvement des cellules sanguines dans différents vaisseaux sanguins.

2.1.1.4. Séance n°4. À quoi sert le cœur ? Dissection du cœur

Dans cette séance, l'objectif annoncé par P2 est de comprendre « le rôle du cœur à partir de son anatomie ». Deux ateliers sont prévus auxquels chaque élève participe.

Tâche n°1. Dissection du cœur

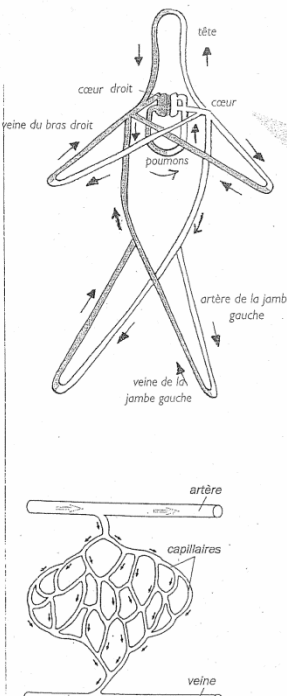
P2 prévoit la dissection d'un bloc cœur/poumons pour repérer les artères et les veines qui arrivent et qui repartent du cœur. « Il faut comprendre qu'il est creux et que ça permet aux artères et aux veines d'arriver, que le sang circule, voir aussi qu'il est composé de deux pompes » (Entretien ante S4,5, annexes, p. 85). A l'issue de ce travail, « je vais leur donner le schéma du cœur à compléter, mais je vais adapter par rapport au manuel et moi ce que je vais faire, je vais leur donner le cœur droit déjà complété et ils auront que le cœur gauche à compléter en fait en symétrie » (Entretien ante S1, 2, 3, annexes, p. 79)

Tâche n°2. Mots croisés en autonomie

Pendant que P2 assure la dissection, un groupe d'élèves travaille en autonomie et en individuel sur le support suivant :

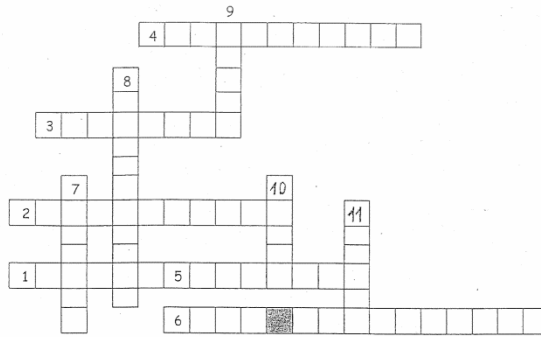
SCIENCES

Circulez, circulez !



Quand les veines me ramènent le sang qui vient de la tête, des mains, des pieds... il n'est pas très propre ! Alors moi, je l'expédie vers les poumons : là, il va se charger d'oxygène et retrouver sa belle couleur rouge ! Maintenant qu'il est bien propre, il peut de nouveau servir. Et hop ! je me contracte pour l'envoyer... dans l'artère de la jambe droite... jusqu'au bout des doigts de pieds. Mais de nouveau du sang sale arrive, même pas une minute de répit ! Je me contracte encore et encore : 70 fois par minute, sans jamais m'arrêter ! Quel travail !

A. Trouve le mot qui correspond à chaque définition et place-le dans la grille.



Horizontalement : →	Verticalement : ↓
1 - Vaisseau sanguin qui ramène le sang d'un organe au cœur.	7 - Vaisseau sanguin qui conduit le sang du cœur à l'organe.
2 - Le cœur en a 70 par minute.	8 - Autre nom donné aux battements du cœur.
3 - Organes de la respiration.	9 - Battement des artères.
4 - Vaisseau sanguin qui permet des échanges entre le sang et les organes.	10 - Liquide indispensable à la vie et qui circule dans tout le corps.
5 - Le sang qui passe par les poumons se charge d'.....	11 - Muscle creux qui joue le rôle d'une pompe en se contractant pour faire circuler le sang.
6 - Le sang qui arrive dans le cœur droit est chargé en	

B. Colorie le cœur gauche et l'artère du bras gauche en rouge ; colorie le cœur droit et la veine du bras gauche en bleu.

Le pouls, c'est le battement des artères dû aux contractions du cœur. Tu peux le sentir en appuyant légèrement sur la face interne de ton poignet, ou dans le cou. Tu peux ainsi compter tes pulsations.

Document 7. Fiche « mots croisés » de S4.

Tâche n°3. Institutionnalisation

Les élèves doivent compléter une trace écrite « à trous » qui est rédigée de la façon suivante sur la préparation de P2 : « le cœur est un muscle puissant et creux dans lequel passe le sang. Il est composé de deux parties, deux pompes. Le cœur droit

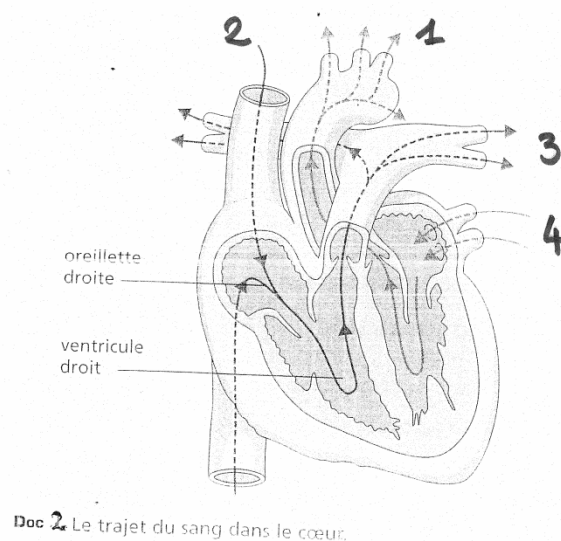
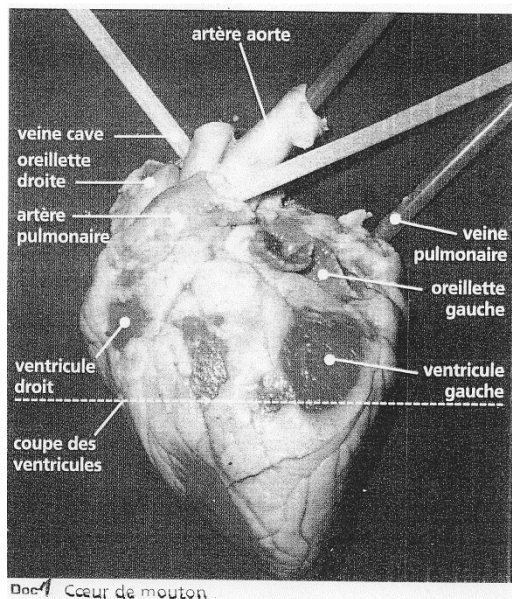
envoie le sang dans les poumons pour qu'il s'oxygène. Le cœur gauche envoie le sang à tous les organes pour qu'ils puissent fonctionner. Le rôle du cœur est donc de propulser le sang qui circule dans les artères et les veines de tout l'organisme. Le cœur bat plus vite lors d'un effort pour envoyer davantage de sang vers les muscles qui en ont besoin ». Il n'est pas précisé quels sont les éléments (les trous) que les élèves auront à produire, à trouver.

2.1.1.5. Séance n°5. Schématisation du cœur

Dans le prévisionnel de P2, cette séance était une synthèse des séances précédentes avec une trace écrite collective, prévue de la façon suivante : « pour vivre, les différents organes du corps ont besoin de recevoir de l'oxygène provenant des poumons, des nutriments provenant de l'intestin grêle. Inversement, ils doivent être débarrassés des déchets qu'ils rejettent (CO₂ et urée). Le sang qui circule assure ce transport ». Après le déroulement de la S4, P2 a envisagé la progression autrement et souhaite engager une séance sur la schématisation du cœur afin que les élèves puissent nommer correctement les quatre vaisseaux du cœur ; aorte, veine cave, veine pulmonaire et artère pulmonaire.

Tâche n°1. Schématisation du cœur

Les documents supports des tâches sont les suivants. Il s'agit d'une photo d'un cœur de mouton et d'un schéma fonctionnel du trajet du sang dans le cœur et pour lequel quatre vaisseaux sont à annoter.



Document 8. Document support de la S5.

2.1.1.6. Séance n°6. Ateliers scientifiques

Cette dernière séance n'était pas prévue non plus dans la séquence initiale de travail (la séance S6 était réservée à l'évaluation). Elle est construite pour permettre aux élèves de participer en tout à 5 ateliers scientifiques aidés du document que nous détaillons ci-après.

Atelier pompage

Les élèves disposent de deux bacs remplis d'eau et d'une pompe en caoutchouc.

- Chronomètre combien de temps il te faut pour pomper les 3 litres d'eau d'un bac à un autre.
- Sais-tu en combien de temps ton cœur pompe 3 litres de sang ?

Atelier musculation

Les élèves disposent d'une balle de tennis et d'un chronomètre

- Prends la balle de tennis dans ta main. Serre-la fortement. Chronomètre combien de fois tu peux la serrer fortement en une minute.
- Sais-tu combien de fois ton cœur se contracte en une minute ?

Atelier mesure des battements cardiaques

Les élèves ont à disposition stéthoscopes et chronomètres

- Utilise le stéthoscope pour écouter ton cœur et celui d'un camarade. Compte le nombre de battements cardiaques de ton camarade pendant une minute.
- Compare les sons de ton cœur et celui de ton camarade
- Avez-vous trouvé le même nombre de battements ?

Atelier dessin d'observation et légende à partir d'une maquette de cœur

Matériel prévu : des maquettes de cœur en plastique

- Réalise un dessin d'observation du cœur et légende-le en plaçant au bon endroit les mots suivants : oreillette, ventricule, artère, veine.

Atelier vidéo « à quoi sert le cœur ? »

Matériel : un ordinateur avec un DVD « C'est pas sorcier »

- Cite les différents noms des parties du cœur que tu as entendus
- A quoi sert le cœur ?

Document 9. Fiche support des ateliers scientifiques de S6.

2.1.2. Trame des contenus supposés dans la séquence et enchaînement des séances

La séquence de P2 est conçue comme une suite de séances répondant à différentes questions explicites dans la préparation de P2 et que l'on reprend ici :

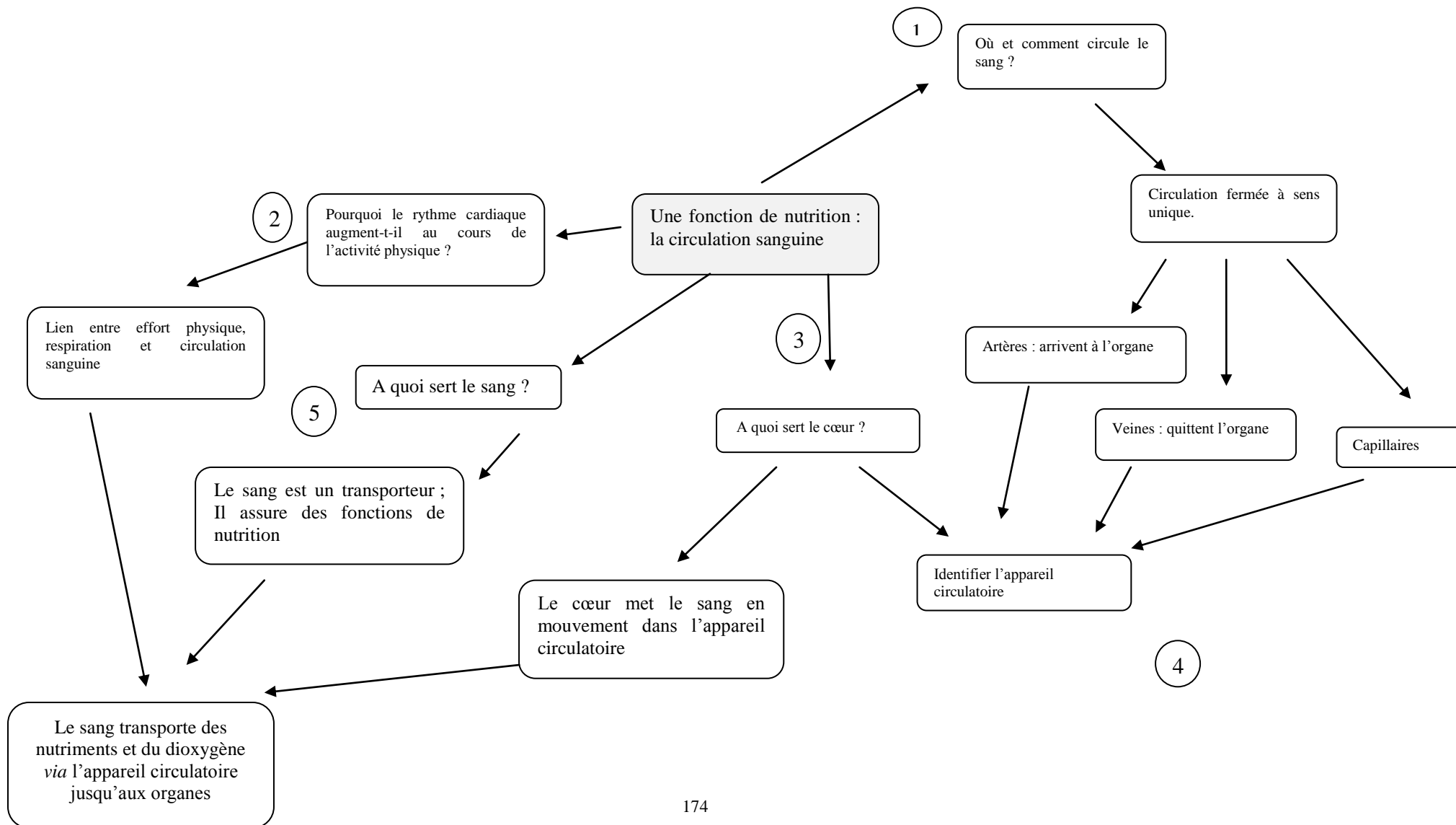
- Où et comment le sang circule-t-il ?
- Pourquoi le rythme cardiaque augmente-t-il au cours de l'activité physique ?
- Comprendre le fonctionnement du cœur : à quoi sert le cœur ?
- Identifier l'appareil circulatoire : le cœur gauche et le cœur droit, les différentes veines qui conduisent le sang au cœur, les différentes artères qui conduisent le sang vers la périphérie
- A quoi sert le sang ?

Nous produisons, ci-dessous, une trame qui reconstitue les articulations supposées, de notre point de vue, entre les différents contenus (Figure 15. Trame de l'articulation des contenus supposés chez P2, au cours de la séquence). Le document suivant, (Figure 16, p. 176) présente l'enchaînement temporel de la séquence prévue

dans les préparations de P2. (Nous verrons dans la suite de l'analyse les ajustements qui ont eu lieu dans la préparation de P2 à partir de la séance S5).

Figure 15. Trame de l'articulation des contenus supposés chez P2, au cours de la séquence.

(Les numéros correspondent aux séances prévues par P2)



Représentations initiales à propos de la circulation sanguine

« Où est le sang dans notre corps ? »

Circulation fermée à sens unique

Le sang est contenu dans les vaisseaux sanguins ; artères, veines et capillaires forment un système clos, à sens unique. Le sang passe par les organes et les poumons reliés au cœur

Rythme cardiaque et activité physique

Relation entre l'effort produit et l'augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire

A quoi sert le cœur ?

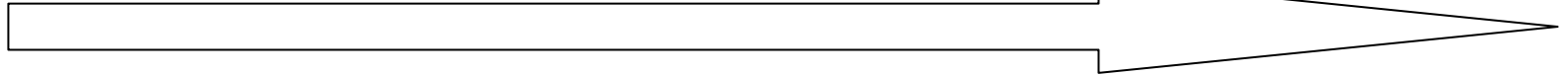
Établir la relation causale entre l'effort produit et l'augmentation du rythme cardiaque

S1

S2

S3

S3'



Faire un schéma de ses représentations sur une silhouette.

Trace écrite des réponses trouvées

Observation de documents (radiographie, artériographie et schéma de la circulation dans le doigt

Vidéo « C'est pas sorcier »

Trace écrite : circulation du sang dans un doigt

Compter les battements cardiaques et les fréquences respiratoires dans diverses situations, compléter un tableau de mesures

Exploitation des données obtenues en S3.

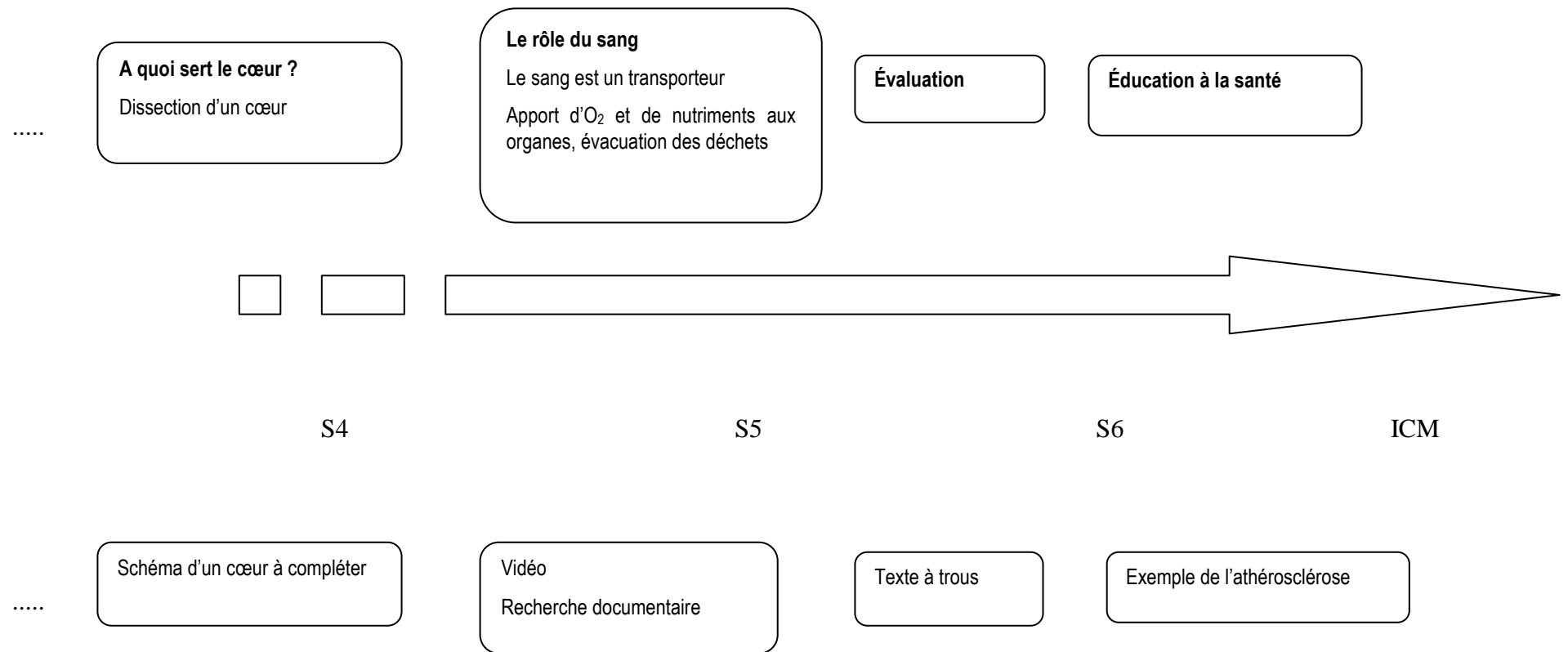


Figure 16. Séquence de travail prévue par P2.

La trame de l'articulation des contenus supposés de la séquence (Figure 15, p. 174) est centrée sur la circulation sanguine comme fonction de nutrition ; c'est en tout cas sous l'intitulé « *fonction de nutrition : la circulation sanguine* » que ces éléments apparaissent dans la préparation de P2. Globalement on peut dire que la séquence de travail s'inscrit dans une centration épistémique « fonction de nutrition » ; les éléments prévus dans la séquence concourent à comprendre le concept de circulation du sang dans une visée de fonction de nutrition des organes comme cela est déclaré également dans l'entretien ante protocole : « *ça me semble incontournable, quand on parle de circulation sanguine, on voit que le sang transporte l'oxygène, mais également, les nutriments, donc tu ne peux pas faire l'économie de la digestion* » (entretien ante protocole, annexes, p. 70). Enfin, nous avons différé le moment de la recherche dans cette classe de façon à ce que P2 ait eu le temps de produire les séquences d'apprentissage relatives à la digestion et la respiration comme elle le souhaitait avant la circulation du sang.

P2 semble soucieuse d'ancrer le travail de la classe dans des préoccupations venant des élèves. En effet, P2 précise lors de l'entretien ante protocole « *cette question « à quoi sert le cœur ? », ce sont eux qui l'ont posée quand on a parlé de l'appareil respiratoire ... ils voulaient qu'on y réponde mais j'ai dit ... pas tout de suite* » (entretien ante S123, annexes, p. 81). En outre, une séance entière, la n°1, est consacrée aux représentations des élèves.

Il y a 5 séances d'apprentissage initialement prévues, censées répondre point par point à une série de cinq questions ou thèmes, sélectionnées par P2, « où et comment le sang circule-t-il ? Pourquoi le rythme cardiaque augmente-t-il au cours de l'activité physique ? A quoi sert le cœur ? Identifier l'appareil circulatoire et à quoi sert le sang ? » Ces questions conduisent à envisager, au cours de la séquence, et dans cet ordre, les différents vaisseaux sanguins, les liens entre respiration et activité cardiaque puis l'anatomie cardiaque et enfin le rôle du sang comme transporteur d'O₂ et de nutriments. L'enchaînement des séances proposées sont une forme de réponses à chacune des questions précédentes. La dernière séance (la 6ème) est réservée à l'évaluation. Un travail sur l'éducation à la santé fait en ICM⁸³ complète l'ensemble. Chaque séance est déclinée en compétences et objectifs, une trace écrite est systématiquement prévue et des références de documents/sources sont identifiées.

Après cette vue générale sur la séquence et des éléments caractéristiques qui nous semblent la soutenir, envisageons maintenant l'analyse *a priori* séance par séance en procédant à une lecture des contenus épistémiques et épistémologiques sous-jacents dans les propositions de tâches.

2.2. Analyse épistémique *a priori* : nos interprétations

Nous analysons les tâches résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 5. Tâches soumises à l'analyse *a priori* dans la classe n°2. , p. 178).

⁸³ Instruction civique et morale

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3 et 3'	Séance n°4	Séance 5	Séance n°6
Tâche n°1 « Où est le sang dans notre corps ? »	Tâche n°1 « Sang endigué dans des vaisseaux » (Document 5, p. 169)	Tâche n°1 « Rythme cardiaque et fréquence respiratoire » (Document 6, p. 169)	Tâche n°1 « Dissection du cœur »	Tâche n°1 « Schématisation du cœur » (Document 8, p. 171)	Tâche « Ateliers scientifiques » (Document 9, p. 172)
	Tâche n°2 « Circulation fermée à sens unique »		Tâche n°2 « Fiche mots croisés » (Document 7, p. 170)		

Tableau 5. Tâches soumises à l'analyse *a priori* dans la classe n°2.

2.2.1. Analyse épistémique de la séance n°1

2.2.1.1. Analyse de la tâche n°1 « Où est le sang dans notre corps ? »

Cette séance est consacrée à un groupe de tâches autour des représentations enfantines. Dans un premier temps, P2 prévoit comme objectif de « *faire un schéma de ses représentations* » afin de faire émerger les connaissances des élèves à propos de la circulation du sang. Il s'agit d'un travail classique dans les classes pour lequel on ne relève pas de difficulté particulière. Le travail prévu est d'abord individuel pour faire émerger les représentations de chaque élève et, on peut le supposer, repérer des systèmes cognitifs sous-jacents à propos de la circulation du sang. Ce n'est qu'après qu'un échange entre groupes est organisé. Le temps de confrontation collective qui suit semble être également le moment de rendre publics des systèmes explicatifs qui peuvent être divergents et donc de dégager des points de désaccords qui seront traités dans les travaux suivants. Une synthèse est alors prévue sous forme de trace écrite à propos de laquelle on ne peut rien dire : la trace écrite récapitule « *ce qui a été dit* » d'après la préparation de P2. Il y a donc le souci de produire des réponses en fonction du discours des élèves. Pour finaliser ce groupe de tâches à propos des représentations, il est demandé aux élèves de répondre à la question « *comment pourrions-nous valider vos réponses ?* » : il y a donc également le souci de réfléchir aux différents moyens par lesquels on peut obtenir des réponses ; P2 place ainsi les élèves en situation de produire un questionnement mais également de réfléchir aux moyens les plus adéquats pour produire des éléments de réponse.

En revanche, il n'est pas fait mention dans la préparation de P2 du repérage éventuel d'obstacles épistémologiques dans les productions des élèves. Le « *ce qui a été dit* », rassemblé dans une trace écrite finale, ne semble pas porter sur un repérage de ce qui peut faire difficulté aux élèves, par anticipation, au vu de la préparation de P2. Quand on interroge P2 sur ce repérage éventuel de nœuds de difficultés qui pourraient servir de point d'appui pour une construction d'un apprentissage ancré dans le travail des obstacles épistémologiques, la réponse porte sur « *la différence entre artère et veine* » (entretien S123, annexes, p. 81) qui pourrait faire difficulté. Mais cette réponse vient en relation avec l'analyse de documents ultérieurement prévus mais n'est pas directement liée aux conceptions des élèves. Une autre difficulté est citée par P2, mais là encore, relative à l'utilisation d'un schéma de la circulation du sang et non relative à d'éventuels obstacles repérables dans les productions des élèves,

en S1. Il est donc peu probable au final que P2 ait effectivement anticipé le repérage d'obstacles épistémologiques dans les productions enfantines ; les productions servent à dégager « *des ressemblances et des différences* », pas d'assises pour une émergence de systèmes explicatifs différents qui seraient discutés.

2.2.1.2. Conclusion à l'analyse a priori de S1

De cette analyse, il ressort que P2 est soucieuse d'ancrer le travail de la classe dans ce que les élèves sont capables de produire et ont comme connaissances préalables en démarrant de leurs représentations. Faire confronter les productions et donc les explications par groupes puis en collectif s'appuie sans doute sur l'idée que les apprentissages se construisent aussi dans l'échange entre pairs, soit une vision d'une construction sociale des savoirs. En revanche, en rester aux « *ressemblances et différences* » entre productions en fin de S1, ne nous semble pas épuiser toutes les possibilités qu'offre la situation bâtie par P2, et notamment celle qui consisterait à confronter les raisons qui sous-tendent les productions, afin d'engager les élèves dans un changement conceptuel ou une construction de savoirs. Il semble donc que cela ne soit pas un objectif intentionnel de P2.

2.2.2. Analyse épistémique de la séance n° 2

D'après la préparation du professeur, S2 prend appui sur la séance précédente en examinant deux représentations produites en S1 et la trace écrite de S1. Dans ce cas, on pourrait concevoir cette séance S2 comme un moment de franchissement d'une difficulté repérée en S1 « le sang circule librement dans le corps ; il n'est pas endigué » et travaillée ici en S2 pour devenir « le sang est endigué dans différents vaisseaux ». Comme nous avons dit que S1 ne semblait pas avoir pour fonction de mettre au travail des obstacles décelés chez les élèves, il semble peu probable que ce soit un changement conceptuel qui motive la séance S2. Ce serait un apport de contenus sans lien forcément avec les productions enfantines de S1.

2.2.2.1. Analyse de la tâche n°1 « Sang endigué dans des vaisseaux »

Le document support de cette tâche est le Document 5, p. 169.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

La préparation de P2 propose d'analyser les trois éléments du Document 5, p. 169 (artériographie, radiographie et dessin d'un doigt d'une main). Lire des documents de ce type artériographie, radiographie ou schéma demande une certaine expertise à propos de laquelle P2 anticipe qu'elle fait partie des compétences des élèves de cette classe ce qui paraît surprenant quand on sait que certains sont en difficulté.

À travers cette tâche, un objectif visé consiste à mettre en évidence la présence de vaisseaux sanguins de différentes sections dans lesquels le sang est endigué. Nous avons, à ce propos, déjà signalé l'intérêt de présenter un document de type artériographie pour visualiser des vaisseaux sanguins (cf. Document 5, p. 169). Ainsi, ces documents, après une discussion critique (en effet, il y a peu de chance que la radiographie apporte des renseignements quant à la circulation sanguine) paraissent tout à fait adaptés pour atteindre cet objectif prévu par P2.

Savoirs potentiellement en jeu

Cette tâche permet potentiellement de bâtir des savoirs relatifs à l'endiguement du sang dans des vaisseaux et arriver à une formulation du type : « *le sang ne circule*

pas librement mais dans des vaisseaux de différentes tailles ; artères, veines et capillaires», telle que prévue dans la préparation de P2. Enfin, cette tâche peut aussi potentiellement amener à l'idée que le sang circule certes dans des vaisseaux mais aussi que cette circulation se fait dans un certain sens qui est unique, depuis les artères vers les veines en passant par les capillaires.

2.2.2.2. Analyse de la tâche n°2 « Circulation fermée à sens unique »

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Un extrait de vidéo « C'est pas sorcier », d'après la préparation de P2, devrait mettre en évidence que le sang circule dans un circuit fermé. L'extrait, court, de vidéo donne à voir le déplacement de cellules sanguines dans différents vaisseaux sanguins. Il nous semble qu'entre les savoirs potentiellement contenus dans la série de 3 documents de la tâche précédente et le concept de circuit fermé il y a un saut conceptuel dont nous ne voyons pas comment il peut être franchi par l'utilisation seule de cette vidéo qui présente un très court extrait de la visualisation de globules sanguins circulant dans des vaisseaux.

En revanche, le schéma du document 5 (Document 5, p. 169) semble un point d'appui judicieux pour parvenir à l'objectif de la compréhension d'un sang circulant à sens unique dans les vaisseaux, en présentant les capillaires liant les artères et les veines.

Savoirs potentiellement en jeu

Aller de la notion de sang endigué à celle de circulation fermée ne peut se faire, à notre sens, avec les éléments proposés ; en tout cas, de la façon dont est organisée la tâche, avec les éléments dont nous disposons, la conceptualisation de circuit sanguin clos est tout à fait compromise.

2.2.2.3. Conclusion à l'analyse a priori de S2

P2 annonce que cette séance devrait permettre de bâtir les notions de sang endigué et de circuit fermé. Avec les éléments dont nous disposons la notion de sang endigué peut être construite, sans lien avec le repérage préalable de difficultés chez des élèves en S1. En revanche, il ne semble pas possible, notamment avec la seconde tâche de cette séance, de parvenir au concept de circulation fermée.

Enfin, on notera l'idée sous-jacente, tout au long de cette séance, que les documents (série de 3 documents et vidéo) contiennent en eux-mêmes l'idée de « sang endigué à l'intérieur d'un circuit fermé et circulant à sens unique ». Ainsi, la préparation de P2 précise qu'il s'agit d' « observer [les documents] pour trouver des réponses aux questions posées ». Ceci donne à voir une partie de l'épistémologie de P2 qui de fait considère que les réponses sont dans les documents ; il s'agit de les exhumer.

2.2.3. Analyse épistémique des séances n° 3 et 3'

2.2.3.1. Analyse de la tâche n°1 « Rythme cardiaque et activité physique »

Le document support de cette tâche est le Document 6, p. 169.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Des mesures des rythmes cardiaque et respiratoire sont prévues en classe et en EPS pour être consignées dans un tableau. La préparation de P2 précise qu'il s'agit de

faire une « *recherche/confrontation/validation* » des données recueillies (Document 6, p. 169). Il s'agit, en fait, pour les élèves de faire des inférences à l'aide des données du tableau et de commencer à évoquer des raisons pour lesquelles le muscle doit être alimenté davantage au cours d'un effort. L'objectif annoncé est d' « *établir la relation causale entre l'effort produit et l'augmentation du rythme cardiaque* ».

Il faudrait pour cela que les élèves puissent formuler que les échanges entre les organes et le sang sont accrus pour apporter le dioxygène et les nutriments exigés par les muscles en activité et assurer le rejet des déchets dont le dioxyde de carbone. Il faudrait donc à ce stade que les élèves sollicitent des acquis antérieurs relatifs à la digestion et à la respiration, ou en tout cas que P2 les aide à le faire. Dans ces conditions seulement, il est possible de comprendre que le débit sanguin augmente au niveau des organes ; cette variation permet d'adapter les échanges en fonction des besoins de l'organisme, au cours d'une activité physique par exemple. L'augmentation de l'activité cardiaque à l'effort permet dans le même temps une augmentation du débit du sang vers les poumons et les muscles. On saisit bien ici que la difficulté majeure pour des élèves de cycle 3 est de comprendre ces variations en mobilisant la notion de débit dont on a déjà dit qu'elle était complexe pour eux, et qui n'a pas été évoquée jusqu'à présent. Ces éléments n'apparaissant pas dans les préparations de P2, on peut alors supposer qu'ils seront sollicités au cours de la séance, *in situ* ?

Savoirs potentiellement en jeu

Une lecture mathématique du tableau permet de faire le constat que les rythmes cardiaques et respiratoires augmentent avec l'effort et que ces rythmes reviennent à des valeurs proches de celles au repos quelques temps après l'effort.

La notion de débit sanguin permet d'expliquer les variations du rythme cardiaque ; c'est une accélération du rythme cardiaque qui augmente le débit sanguin au niveau des muscles consommant le dioxygène et les nutriments nécessaires à leur fonctionnement.

2.2.3.2. Conclusion à l'analyse a priori de S3 et S3'

Ce groupe de séances fait des ponts entre les fonctions respiratoire et cardiaque ; elle est donc conçue dans une idée de mise en lien de fonctions de nutrition. Elle pose le problème d'un fonctionnement intégré de l'organisme notamment en situation d'effort physique. Cette séance participe d'une vision systémique du fonctionnement de l'organisme en mettant en liant plusieurs fonctions physiologiques. S3 part d'une situation assez générale et fonctionnelle alors que S2 examine plus particulièrement le réseau sanguin mais nous avons dit aussi que S2 ne portait pas en elle, selon nos interprétations, l'intention de revenir sur des systèmes explicatifs d'élèves qui auraient justifié de s'intéresser aux vaisseaux qui endiguent le sang dans le corps. De fait, l'enchaînement de ces trois séances interrogent et on peut considérer qu'elles sont assez peu liées les unes aux autres en abordant d'abord une vision assez précise des vaisseaux sanguins, sans afficher de lien avec les représentations des élèves, puis un focus plus large est abordé avec une mise en lien de deux fonctions de nutrition.

Enfin, ce que nous pressentions précédemment à propos de l'épistémologie de P2 nous semble confirmé ici dans cette nouvelle séance car lors de l'entretien ante S123, le professeur déclare « *je pense qu'ils vont pas pouvoir le deviner qu'on respire plus vite pour que le sang alimente plus nos organes en oxygène ... j'ai pas donné de support ... il faut que je cherche un support, des documents, une vidéo ... je vais être*

dans du transmissif si je leur donne pas de quoi valider, donc ça va pas, y'aura pas de construction des apprentissages de leur part » (entretien ante S123, annexes, p. 80). Il semble donc bien que pour P2, la vérité à rechercher soit dans le document et que c'est celui-ci qui sert dans la « *construction des apprentissages* ». L'activité intellectuelle des élèves se résumant à rechercher une forme de réponse contenue dans le document importé.

2.2.4. Analyse épistémique de la séance n° 4

2.2.4.1. Analyse de la tâche n°1 « Dissection du cœur »

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

L'objectif annoncé par P2, dans cette séance, est de « *rendre compte du rôle du cœur en observant son anatomie* » (préparation de P2). La dissection devient alors un moyen de s'approprier l'anatomie cardiaque mais avec cet objectif déclaré, la dissection est aussi au centre d'un premier travail de conceptualisation de la circulation sanguine, entamé à partir de l'anatomie cardiaque pour aller vers une compréhension globale de la double circulation sanguine dans le corps. Ainsi, c'est bien l'impossibilité de la communication directe entre cœur droit et cœur gauche, par une cloison inter ventriculaire, qui justifie d'imaginer un circuit plus long et complexe pour passer d'un côté à l'autre du cœur. Cette dissection pourrait aussi permettre de revenir sur la séance S2 (circulation du sang à sens unique) pour donner les raisons de cette circulation à sens unique (qui à notre avis n'ont pu être construites en S2) à savoir que c'est parce qu'il y a cette cloison inter ventriculaire (et des valvules artérielles et sigmoïdes) que le sang ne peut circuler que dans un seul sens à l'intérieur du cœur et partant, dans le corps. Cette dernière remarque nous ramène à la logique d'enchaînement des séances que nous évoquions un peu plus haut (Conclusion à l'analyse a priori de S3 et S3', p. 181) et qui nous apparaît toujours opaque.

Dans la préparation de P2, il est fait mention du rôle du cœur de la façon suivante dans une trace écrite conclusive anticipée : « *le cœur est un muscle puissant et creux dans lequel passe le sang...il est composé de deux pompes... le cœur droit envoie le sang dans les poumons et le cœur gauche envoie le sang dans tous les organes du corps* ». Attribuer ainsi un rôle de pompe au cœur c'est bien engager un début de conceptualisation de la double circulation sanguine et le faire à partir d'une dissection.

Savoirs potentiellement en jeu

En lien avec l'analyse précédente, on peut dégager les savoirs suivants :

Le cœur est un muscle creux à quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules séparés par une cloison inter ventriculaire. Les veines caves (supérieure et inférieure) amènent le sang dans l'oreillette droite et les veines pulmonaires amènent le sang dans l'oreillette gauche. Deux vaisseaux partent du cœur : l'artère aorte part du ventricule gauche et l'artère pulmonaire part du ventricule droit.

Oreillette et ventricule communiquent d'un même côté par des valvules auriculo-ventriculaires. Elles permettent le passage du sang dans le sens oreillette vers ventricule et jamais en sens inverse : elles imposent un sens de circulation dans le cœur et partant dans le corps.

2.2.4.2. Analyse de la tâche n°2 « Fiche mots croisés » »

Le travail sur fiche (Document 7, p. 170) consistant à répondre à des définitions est un atelier qui permet de garder une demi-classe en autonomie pour que P2 soit disponible pour la dissection. Il n'y a pas à proprement parler de construction de savoirs dans cet atelier qui se déroule en autonomie et en individuel, tout au plus un réinvestissement de mots de vocabulaire rencontrés depuis le début de la séquence. On pourrait convenir que c'est plutôt un atelier de « délestage » qu'un véritable atelier de construction de savoirs. On note enfin qu'un schéma déjà travaillé en S2 au cours de la tâche n°1 est reproduit dans ce document.

2.2.4.3. Conclusion à l'analyse a priori de S4

Cette séance voudrait donner au cœur le rôle d'une pompe qui propulse le sang et ainsi compléter la connaissance du système circulatoire en attribuant au cœur de par son anatomie un rôle de mise en mouvement du sang à l'intérieur des vaisseaux sanguins, éléments qui avait été posés en S2. Il est curieux de vouloir donner un rôle moteur au cœur à partir d'un objet (cœur isolé qui ne bat plus) qui manifestement ne fonctionne plus. C'est cela qui nous fait dire que cette dissection sert, surtout, de par sa situation dans la séquence, à extrapoler vers la mise en place de la double circulation sanguine, car de fait on ne voit pas, en disséquant, le sang mis en mouvement ; la place de la dissection ici est davantage, selon nous, une activité qui participe d'une modélisation pour aller vers une compréhension de la circulation sanguine. Il n'est pas certain que le cœur ait ce statut pour le professeur et/ou les élèves.

2.2.5. Analyse épistémique de la séance n° 5

2.2.5.1. Analyse de la tâche n°1 « Schématisation du cœur »

Le document support de cette tâche est le Document 8, p. 171.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

P2 prévoit que les élèves travaillent à l'aide du Document 8, p. 171. Le premier document est une photographie d'un cœur ; des tuyaux sont insérés dans les départs ou les arrivées des quatre vaisseaux du cœur. Le second document est celui sur lequel les élèves doivent indiquer des légendes. La tâche qui consiste à porter des légendes sur le document 2 est donc très en lien avec le travail de dissection de S4. On peut considérer qu'il s'agit de nommer adéquatement des vaisseaux partant ou arrivant au cœur en faisant appel à des souvenirs de la séance précédente et en relation avec le document photo, témoin de la dissection. Le passage de la photo au schéma peut être porteur de difficultés car le schéma présente des parties du cœur soit en volume soit en coupe et la situation de la veine cave par exemple, n'est pas exactement la même entre la photo et le schéma.

Cette tâche est en fait une trace écrite qui permet de fixer des acquis de S4 ou permet un réinvestissement des acquis de S4.

Savoirs potentiellement en jeu

Les savoirs en jeu sont les mêmes que ceux de S4 puisque le schéma doit être annoté des quatre vaisseaux qui arrivent ou partent du cœur.

2.2.5.2. Conclusion à l'analyse a priori de S5

Cette séance non prévue initialement s'inscrit dans le droit fil de ce que la séance S4 proposait, à savoir une connaissance de l'anatomie cardiaque. Il s'agit de poser les connaissances à propos d'éléments descriptifs du cœur.

2.2.6. Analyse épistémique de la séance n°6.

2.2.6.1. Analyse des tâches « Ateliers scientifiques »

Le document support de cette tâche est le Document 9, p. 172.

Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Atelier pompage. C'est un atelier qui permet une modélisation par analogie afin d'accéder au travail de propulsion du sang par le cœur à chaque contraction. L'analogie est la suivante : la pompe actionnée par l'enfant pour vider les 3 litres d'eau d'un bac vers un autre correspond au travail effectué par le cœur pour propulser une quantité équivalente de sang dans les artères. Cet atelier, situé après les séances 4 et 5 (sur le cœur, son anatomie et son fonctionnement), engage un travail de réflexion sur les analogies sur lesquelles repose cette modélisation, le rôle de pompe du cœur ayant été abordé précédemment. Évaluer, en chronométrant, le temps nécessaire à l'enfant pour effectuer le pompage des 3 litres d'eau d'un bac à un autre est une manière d'approcher l'intense travail cardiaque. La question « *sais-tu en combien de temps ton cœur pompe 3 litres de sang ?* » ne peut pas être résolue par les élèves, lors de l'activité ; il faut donc la concevoir comme un élément de relance ou d'interrogation à propos de l'analogie elle-même en comparant le temps chronométré au cours de l'atelier et une donnée que fournira vraisemblablement P2. Il nous semble que cet atelier fonctionnant sur des analogies doit être soutenu par P2 pour aider les élèves à repérer les limites d'un tel modèle pour que cet atelier n'en reste pas à la réalisation d'une tâche prescrite et afin de permettre aux élèves de saisir les enjeux conceptuels en identifiant les objets de savoir convoqués dans l'atelier : le muscle cardiaque effectue un intense travail permettant la mise en mouvement d'une masse sanguine importante (ici 3 litres)

Atelier musculation. Les élèves doivent serrer une balle de tennis avec la main et compter combien de fois par minute ils peuvent serrer cette balle. Cet atelier, comme le précédent, fonctionne par analogie pour approcher le travail musculaire intense effectué par le cœur. L'atelier met donc au travail des savoirs proches de ceux de l'atelier précédent. Il nécessite tout autant un étayage de la part de P2 pour dégager de cet atelier les objets de savoir pertinents au service de la circulation du sang : le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier et qui peut être intense.

Atelier mesure des battements cardiaques. Dans cet atelier, il s'agit d'écouter les bruits du cœur avec un stéthoscope et ainsi appréhender l'idée que le cœur est actif à travers certaines de ses manifestations. Les élèves peuvent constater une régularité des bruits recueillis entendus *via* le stéthoscope, que cette régularité est propre à chaque individu. La tâche permet de localiser la place du cœur dans la cage thoracique du côté gauche, lieu où l'on entendra le mieux les manifestations cardiaques. L'enjeu de cet atelier semble être simplement de repérer une manifestation de l'activité cardiaque, en écoutant les bruits du cœur.

Atelier dessin d'observation et légende à partir d'une maquette de cœur. Ici, les élèves doivent dessiner un cœur à partir d'une maquette en plastique. Rappelons qu'ils ont déjà vu le cœur au cours de la dissection en S4, ils ont renseigné un schéma

à partir d'une photographie en S5 et maintenant, ils le dessinent. On traite donc toujours la même chose mais dans des situations différentes. On ne voit pas *a priori* les savoirs nouveaux convoqués dans cet atelier.

Atelier vidéo « à quoi sert le cœur ? ». C'est ici un cours extrait d'un DVD « C'est pas sorcier » que les élèves doivent visionner et les questions portent à nouveau sur la structure du cœur, puisque les élèves ont pour tâche d'énoncer les différentes parties du cœur.

Savoirs potentiellement en jeu

Nous résumons ici les savoirs en jeu dans les ateliers : le muscle cardiaque effectue un intense travail permettant la mise en mouvement d'une masse sanguine importante. Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier et qui peut être intense. On peut repérer des manifestations de l'activité cardiaque.

2.2.6.2. Conclusion à l'analyse a priori de S6

Ces ateliers situés en toute fin de séquence peuvent être interprétés comme la volonté pour P2 de terminer sur un temps de modélisation, à travers ces ateliers. En fin de séquence, les élèves ont de la sorte, on peut le supposer, les outils pour comprendre les analogies systématiquement présentes dans les ateliers (hormis l'atelier « dessin »). C'est précisément l'atelier « dessin » qui nous semble ne pas apporter de savoirs nouveaux et alors il faut peut-être l'envisager comme un réinvestissement d'acquis antérieurs ou encore comme une aide afin de reprendre des éléments déjà vus avec les séances S4 et S5.

NB. Un prolongement sous forme d'éducation la santé est prévu dans le cadre de l'ECM. Ce prolongement développe un aspect encore très en lien avec les autres fonctions de nutrition puisque c'est la nécessité d'une alimentation équilibrée et saine qui est mise en avant pour éviter les maladies cardio-vasculaires et notamment l'athérosclérose.

2.3. Conclusion générale à l'analyse a priori

Arrivée aux termes de cette analyse *a priori*, nous pouvons produire un certain nombre de commentaires que nous proposons d'organiser de la façon suivante. D'une part nous proposons une reprise des savoirs potentiellement travaillés dans cette classe et d'autre part nous essaierons de dégager de cette analyse ce que nous comprenons des intentions professorales.

2.3.1. A propos des savoirs potentiellement en jeu

Nous indiquons ci-après dans un tableau récapitulatif (Tableau 6, p. 187) ci-dessous, les savoirs potentiellement produits au cours de cette séquence, en fonction de l'analyse *a priori*.

Globalement, la séquence prévue navigue entre des éléments structurels (S2, S4, S5), d'autres plus fonctionnels (S3) et s'achève par des ateliers scientifiques de modélisation (S6). Un travail sur le sang endigué et sur la circulation à sens unique est engagé dans la classe, la notion de circuit fermé en semble absente ; l'approche par les fonctions de nutrition est abordé, notamment à travers les séances 3 et 3'. À l'examen de ce tableau récapitulatif, on peut remarquer que l'intention initiale, que nous pensions déceler chez P2, consistant à produire une série de séances qui répondent point par point aux questions directrices que nous évoquions en début de

cette analyse *a priori*⁸⁴ semble réalisée dans le travail de préparation. La séquence, nous dit P2, est construite à la manière d'une dissertation : « *quand je prépare je me définis des problématiques, tu vois et mes séances répondent à ça ; comme une dissertation, en littéraire que je peux être, avec ma problématique, mon plan, et la trace écrite reprend effectivement, je veux démontrer que et ça ça ça* » (entretien ante S123, annexes, p. 80). Chaque séance prévoit en effet une institutionnalisation sous forme d'une trace écrite : « *la trace écrite elle va se construire avec les élèves mais moi je projette déjà j'anticipe et je veille à ce que ce soit en cohérence avec mon objectif et ma problématique* » (*id.*). Il semble donc que le dispositif mis en place tente de répondre aux questions initiales mais il semble aussi qu'en se présentant de la sorte, cette séquence donne à l'ensemble un travail sur des objets de savoir sans prendre la précaution de les mettre en lien ; cependant, défions-nous de toute conclusion prématurée car la mise en œuvre de ces travaux de préparations peut invalider cette proposition faite ici, en fin d'analyse *a priori*.

⁸⁴ Nous rappelons les questions ici : Où et comment le sang circule-t-il ? Pourquoi le rythme cardiaque augmente-t-il au cours de l'activité physique ? À quoi sert le cœur ? Le sang ?

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3 et 3'	Séance n°4	Séance 5	Séance n°6
<p>Tâche n°1 « Les représentations : où est le sang dans notre corps ? »</p> <p>Pas de repérage anticipé des difficultés des élèves</p>	<p>Tâche n°1 « sang endigué dans des vaisseaux »</p> <p>Le sang ne circule pas librement dans des vaisseaux de différentes tailles ; artères, veines et capillaires</p> <p>Observation de documents</p>	<p>Tâche n°1 « Fréquence respiratoire et battements cardiaques »</p> <p><input type="checkbox"/> Les rythmes cardiaques et respiratoires augmentent avec l'effort ; ils reviennent à des valeurs proches de celles au repos quelques temps après l'effort.</p> <p><input type="checkbox"/> Une accélération du rythme cardiaque augmente le débit sanguin au niveau des muscles consommant le dioxygène et les nutriments nécessaires à leur fonctionnement</p>	<p>Tâche n°1 « dissection du cœur »</p> <p><input type="checkbox"/> Le cœur est un muscle creux à quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules séparés par une cloison inter ventriculaire. Les veines caves amènent le sang dans l'oreillette droite et les veines pulmonaires amènent le sang dans l'oreillette gauche. l'artère aorte part du ventricule gauche et l'artère pulmonaire part du ventricule droit.</p> <p><input type="checkbox"/> Oreillette et ventricule communiquent d'un même côté par des valvules auriculo-ventriculaires ; elles imposent un sens de circulation dans le cœur et partant dans le corps.</p> <p>Dissection d'un cœur</p>	<p>Tâche n°1 « Schématisation du cœur »</p> <p>Mêmes savoirs que T4.1</p> <p>Schématisation</p>	<p>Tâche n°1 « ateliers scientifiques »</p> <p><input type="checkbox"/> Le muscle cardiaque effectue un intense travail permettant la mise en mouvement d'une masse sanguine importante.</p> <p><input type="checkbox"/> Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier et qui peut être intense. On peut repérer des manifestations de l'activité cardiaque.</p> <p>Modélisations</p>
	<p>Tâche n°2 « circulation à sens unique »</p> <p>Le sang circule à sens unique</p> <p>Observation d'une vidéo</p>	<p>Prendre des mesures, faire des inférences à partir d'un tableau de recueil de données</p>	<p>Tâche n°2 « fiche mots croisés »</p> <p>Pas de savoir identifié</p> <p><i>Atelier de délestage</i></p>		

Tableau 6. Récapitulatif des savoirs potentiellement en jeu dans la classe n°2.

Nous pouvons dégager un certain nombre de remarques générales à propos des intentions de P2 pour mener cette séquence de travail sur la circulation du sang.

2.3.2. Premières remarques à propos des intentions professorales

2.3.2.1. Les représentations des élèves

P2 propose de démarrer le travail de la séquence par l'expression des représentations des élèves. Les éléments dont nous disposons pour l'analyse *a priori* nous font penser que les conceptions des élèves ne sont pas considérées comme un moyen de repérer les façons de penser des élèves qui pourraient faire obstacle à l'apprentissage ; elles ne semblent pas, à ce stade de nos analyses bien sûr, une matière première à transformer, un point d'appui pour des apprentissages. Il n'est pas fait référence non plus explicitement dans les préparations à un travail précis des obstacles pouvant survenir dans l'apprentissage de la circulation du sang. Seule l'analyse *in situ* nous permettra de valider ou non cette supposition. Il y a donc des déclarations d'intention, l'envie de baser le travail de classe sur les conceptions des élèves sans que cela apparaisse clairement dans l'enchaînement des séances.

2.3.2.2. A propos des milieux anticipés

Avec cette analyse *a priori* on peut comprendre que pour P2 les documents semblent contenir en eux-mêmes les savoirs que les élèves ont la charge de trouver. Il apparaît à la suite de cette analyse *a priori* que l'enseignement est un peu, pour P2, une démonstration, vis-à-vis des élèves, où on leur fournit une série d'arguments rationnellement disposés (des vaisseaux sanguins, un cœur, des fonctions physiologiques en lien) qui suffiraient à faire entrer les élèves dans un raisonnement.

Venons-en à l'analyse *in situ* pour voir si nos premières conclusions fournies ici résistent à l'épreuve des faits.

3. Résultats de l'étude *in situ* dans la classe n°2

3.1. La vue interprétative synoptique de la séquence

Par rapport à l'analyse *a priori* basée sur les préparations de P1, qui prévoyait 5 séances plus l'évaluation (soit 6 au total), la séquence à laquelle nous avons assisté, se décline en 6 séances (plus l'évaluation) agencées de la façon suivante, à travers la vue synoptique interprétative (Figure 17, p. 191).

Dans cette vue synoptique, chaque séance est identifiée avec son titre et sa durée. Les éléments blancs correspondent aux jeux que nous avons identifiés ; les jeux sont dénommés en fonction de ce que l'élève doit réussir pour gagner au jeu. Les jeux sont notés (j) suivis d'un numéro indiquant leur situation dans la séance. Les éléments grisés correspondent aux modalités de travail et à l'organisation de la classe.

3.1.1. Les savoirs en jeu

La première séance est entièrement consacrée aux rapports des élèves à l'objet « circulation du sang dans le corps ». La deuxième séance traite de deux éléments de savoir : le sang circule dans des vaisseaux sanguins (artères, veines et capillaires) et le sang circule à sens unique dans ces vaisseaux. La séance S3 est consacrée à une mise en lien des rythmes cardiaque et respiratoire avec l'activité physique. Une quatrième séance est consacrée à l'organisation du cœur dont un schéma correspondant est

annoté en S5, tandis qu'au cours de la dernière séance observée, cinq ateliers portent sur des manifestations de l'activité cardiaque.

3.1.2. Les médias utilisés

Les élèves expriment leurs ROS sur des silhouettes fournies par P2. S2 est basée sur l'analyse de trois documents scientifiques (angiographie, radiographie et dessin de l'irrigation d'un doigt de la main) et d'une vidéo. En S3, c'est un tableau récapitulatif des rythmes cardiaques et respiratoire au repos et à l'effort qui est le support principal auquel P1 adjoint un court extrait vidéo et un schéma de la double circulation sanguine. En S4, deux cœurs de porc frais et une fiche photocopiée (mots croisés) sont les supports matériels de la séance. En S5, le média utilisé est un schéma de cœur à légènder. Enfin, les ateliers scientifiques de S6 mobilisent du matériel varié : cœur en plastique, pompes, aquarium, chronomètres et stéthoscopes.

3.1.3. L'organisation de la classe

Chaque séance déploie des formes de travail variées, depuis le travail individuel précédant généralement un travail de groupes ou en équipes de deux élèves puis une gestion de la classe en groupe entier pour des travaux collectifs. Le groupe classe étudie dans un même lieu, la classe, équipée d'un TBI.

Séance 1 (62 mn)

Les représentations préalables

(j0) Rappels séquences antérieures

Connaissances préalables des élèves sur la digestion et la respiration

Séance 2 (79 mn)

Circulation dans des vaisseaux, à sens unique

(j0) Rappels de S1 avec 4 productions affichées au tableau

Séance 3 (50 mn)

Relation rythme cardiaque et respiratoire avec l'activité physique. A quoi sert le cœur ?

(j0) Rappels de S2 avec le doc 3 de S2 et le tableau de mesures du pouls et des fréquences respiratoires

(j1) Exprimer ses représentations

« circulation du sang dans notre corps », par un dessin individuellement (12 mn)

(j2) Comparer les représentations en termes de ressemblances et différences, par groupes de 3 puis mise en commun (39 mn)

(j3) Chercher des moyens de modifier son ROS « circulation du sang dans le corps », collectivement (6 mn)

(j1) Formuler que « le sang circule dans des vaisseaux sanguins : artères, veines, capillaires », après étude de 3 documents, élaboration d'une réponse par groupes et mutualisation collective (42 mn)

(j2) Formuler que « la circulation du sang se fait à sens unique », résumé écrit collectivement puis vidéo « C'est pas sorcier » (19 mn)

(j3) Prendre des mesures du pouls et de la fréquence respiratoire, mesures consignées dans un tableau (15 mn)

(j1) Faire des inférences sur la relation entre le nombre de pulsations cardiaques, la fréquence respiratoire et l'activité physique, collectivement à partir du tableau de mesures de S2j3 (8 mn)

(j2) Comprendre « pourquoi le cœur bat-il plus vite et respire-t-on plus vite quand on court ? » par travail individuel, mutualisation, extrait de vidéo. Écriture d'un résumé collectivement au TBI (29 mn)

(j3) Mettre en couleur un schéma de la double circulation sanguine (10 mn)

Temporalité (sur 6 semaines)

Affiches A3 pour les représentations individuelles et pour les confrontations par groupes

TBI pour le résumé écrit collectivement

3 documents : radiographie et angiographie d'une main, dessin de l'extrémité d'un doigt
Affiche A3
TBI pour le résumé écrit collectivement
Vidéo
Tableau de mesures

Tableau de mesures
TBI pour le résumé
Court extrait vidéo « C'est pas sorcier »
Schéma de la double circulation sanguine

Individuel, groupes puis collectif

Individuel, groupes puis collectif

Collectif, individuel, groupes puis collectif

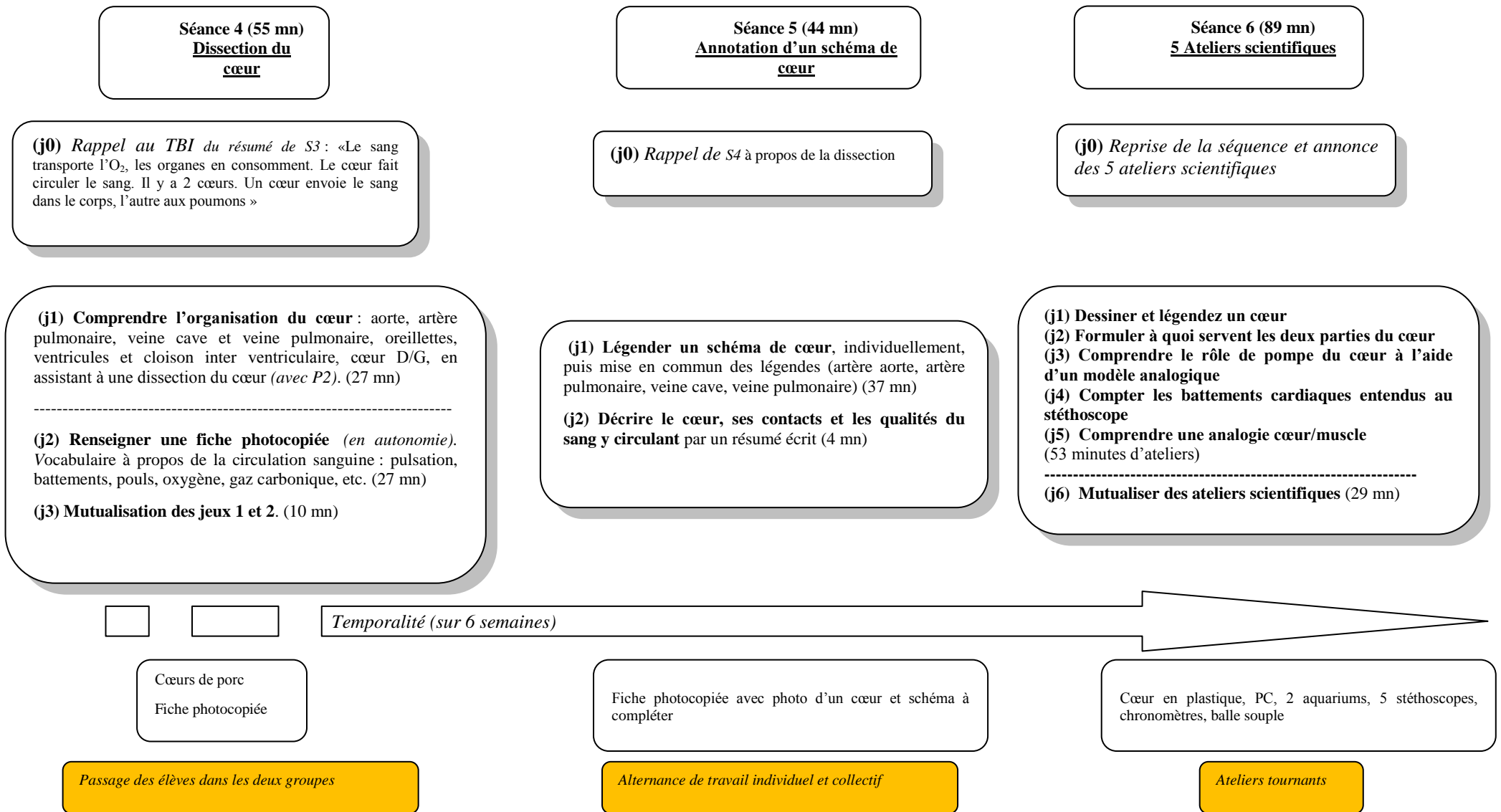


Figure 17. Vue interprétative synoptique de la classe n°2.

3.2. Des caractéristiques des pratiques conjointes

Pour mener cette analyse *in situ* nous repartons des catégories principales dégagées au cours de l'étude de cas dans la classe n°1. Nous rappelons que ces catégories cherchent essentiellement à qualifier la nature des savoirs en jeu dans la classe et à explorer des éléments de mésogenèse (notamment à travers les principaux éléments faisant le milieu et son évolution), des caractéristiques de la chronogenèse (enchaînement des savoirs et types de savoirs produits), enfin des éléments relatifs aux places respectives des acteurs didactiques. C'est en abordant des éléments perceptibles au niveau mésodidactique mais aussi au niveau microdidactique sur les jeux d'apprentissage que nous produisons cette analyse.

3.2.1. Le statut des savoirs dans la classe : des savoirs « déjà-là »

La séquence produite par P2 installe, dès le début, les élèves dans un régime de production de leurs propres conceptions relatives à la circulation sanguine ; ils ont ensuite de nombreux médias à disposition dont ils doivent extraire des savoirs non problématisés⁸⁵.

3.2.1.1. Les savoirs des élèves : « émergence de leurs représentations » mais sans prise en compte ultérieure

L'intégralité de la S1 est construite autour des représentations des élèves ; on pourrait dire que cette séance est consacrée à l'émergence des rapports à l'objet de savoir « circulation du sang dans le corps ». Les productions enfantines sont données individuellement au cours d'un jeu n°1 durant lequel les élèves sont invités à produire sur une silhouette « où est le sang dans notre corps ». Ensuite, au cours du jeu n°2 suivant, les représentations sont discutées en groupes de 3 ou 4 élèves, sous l'angle des « différences et ressemblances » que les élèves du groupe ont trouvées entre leurs différents dessins, le résultat étant rapporté, affiché et lu pour faire une liste de ces points communs et différences. C'est de cette dernière liste qu'émerge une trace écrite en fin de jeu S1j2, résumant les points d'accord et les divergences, entre toutes les productions relatives au rapport à l'objet de savoir-enjeu de la séquence. L'ensemble est résumé au TBI de la classe de la façon suivante :

Les ressemblances : le sang passe dans les veines partout

Les différences : certains n'ont pas relié les veines entre elles. D'autres n'ont pas dessiné le cœur, les poumons et le cerveau. D'autres encore n'ont pas dessiné les reins, la bouche, le nez, le ventre.

On peut considérer que c'est une première occasion donnée par P2 à la classe pour délimiter l'objet de savoir : le travail porte non sur la circulation sanguine mais sur les idées qu'on a sur ce sujet. En réalité, au cours du jeu S1j2, les élèves confrontent leurs productions au sein de groupes en listant ressemblances et différences mais un travail, qui consisterait, pour les élèves, à avancer les raisons qui les amènent à produire ces représentations, n'est pas engagé. Les raisons ne sont pas explicitées ; dit autrement, les systèmes explicatifs sous-jacents à ces productions ne

⁸⁵ Dans l'apprentissage scientifique par problématisation, ce qui est important, c'est que les élèves puissent poser, construire et résoudre des problèmes scientifiques. Dans ce cas, les savoirs construits n'ont de sens que par rapport aux problèmes auxquels ils viennent répondre. Le cadre théorique de l'apprentissage des sciences par problématisation est essentiellement développé dans les travaux d'Orange (Orange, 2003, 2005, 2007 ; Fabre et Orange, 1997).

sont pas rendus publics. Ces raisons ne sont *a fortiori* pas mises en débat pour que les élèves échangent, quant aux arguments qui les auraient amenés à produire ce qu'ils produisent, c'est-à-dire en fait, dégager des éléments contradictoires entre les élèves qui motiveraient des recherches ou des explications avancées. Ce n'est donc pas un changement conceptuel qui est visé pour les élèves.

Examinons plus spécialement le jeu S1j3 qui termine cette séance S1. Ce dernier jeu consiste à « chercher des moyens pour modifier son ROS « circulation du sang dans le corps » ».

57. P2 :-- très bien bon / maintenant il va falloir qu'on se mette tous d'accord / j'aimerais que vous me disiez / qu'est-ce qu'on pourrait mettre en place comme expérience pour valider ou pas vos idées / qu'est-ce qu'on va mettre en place pour la prochaine séance ?
58. YASS :-- faut regarder partout où y'a des muscles
59. P2 :-- ah oui c'est vrai / regarder partout où y'a des muscles Ahme?
60. AHME :-- faut regarder des radiographies
61. P2 :-- ah des radiographies oui / on avait vu une radiographie dans la cassette de « C'est pas sorcier » qu'on a maintenant l'habitude de regarder effectivement bon je le répète comme ça je m'en souviendrai / muscles / radiographie / ensuite ?
62. CHER :-- on pourrait faire une expérience avec un compartiment de liquide coloré et un peu pas comme des tuyaux mais on pourrait faire un peu comme des veines / on va voir le sang qui circule
63. P2 :-- il faudrait qu'on puisse voir circuler les veines en fait euh le sang pour voir si finalement où il passe et si il passe bien partout effectivement / y'a un nom pour cette expérience-là / on en reparlera demain
64. ELEV:-- la dissection
65. P2 :-- oui / la dissection peut être
66. OUAN :-- pourquoi on fait pas une visite médicale ?
67. P2 :-- ah bon / ça serait une façon pour être sûr
68. SAMI :--un vaccin / quand tu prends le sang / tu remets de l'autre sang
69. P2 :-- et ça va nous apporter quoi ça ?
70. SAMI :-- ça va nous apprendre que le sang *inaudible* le premier qu'on a pris / le deuxième il sera plus fort
71. P2 :-- mais ça va pas nous indiquer s'il passe par tel ou tel endroit
(*Interruption pour indiscipline*)
72. P2 :-- ah tu penses qu'on pourrait voir à nouveau un mouton / mais quoi dans le mouton ?
73. ELEV :--*inaudible* la peau
74. P2 :-- ah ! sous la peau d'un mouton / demain j'apporterai un mouton et on regardera sous la peau du mouton / Yass
75. YASS :-- l'intérieur d'un mouton parce que c'est pareil que nous
76. P2 :-- qu'est-ce qui permet de regarder à l'intérieur du corps comment on appelle ça ?
77. ELEV :-- radio
78. P2 :-- donc / je récapitule / je peux apporter un mouton pour qu'on regarde sous la peau / je peux apporter une radiographie pour qu'on regarde aussi ce qu'il y a à l'intérieur du corps et puis Cher ?
79. CHER:-- si on avait un microscope on aurait pu voir ce qu'il y a dans le sang
80. P2 :-- mais est-ce que c'est ce qu'on cherche / ce qu'il y a dans le sang ? Nous ce qu'on cherche c'est où il passe / où il passe
81. ELEV :-- un dictionnaire
82. P2 :-- une encyclopédie en fait / d'accord donc un documentaire /// vous rangez vos affaires on a terminé

Extrait 19. Jeu S1j3. « Chercher des moyens de modifier son ROS ». Minute 54 à 60. Interactions 57 à 82.

Deux enjeux sont évoqués par P2 (en 57) dès le début de ce jeu : se mettre d'accord et valider ou non des idées par une expérience (afin de se projeter en S2 où seront mises en place les stratégies trouvées). On assiste dans la suite des interactions

à des déplacements ou glissements successifs du sens du jeu (Marlot, 2009) ; ainsi on passe, des deux enjeux cités plus haut, à « *on va confirmer que le sang passe partout dans les veines* » (63), puis en fin de jeu, l'enjeu de savoir auquel on parvient semble être : « *où passe le sang* » (80). Il semble que personne ne gagne au jeu, car aucun des enjeux n'est véritablement atteint : à la fin du jeu, aucune stratégie commune n'est dégagée pour confirmer, ou non, les ressemblances ou différences dégagées en S1j2. Les élèves n'ont donc pas gagné au jeu, partant, P2 non plus.

Dans le même mouvement, par le tour de parole 57, P2 rejette la topogénèse du côté des élèves. Ceux-ci s'en emparent en faisant 9 propositions (regarder les muscles (52), des radiographies (54), faire une expérience avec des tuyaux (56), une dissection (58), une visite médicale (60), un vaccin (62), regarder la peau d'un mouton (67,68), du sang au microscope (73) et un dictionnaire (75)) qu'ils introduisent dans le milieu de sorte à tenter de produire des stratégies gagnantes. Ces propositions donnent à voir, en ce début de séquence, une partie de leur rapport à l'objet de savoir « circulation du sang », c'est-à-dire, la connaissance qu'ils ont à ce moment-là du savoir en jeu. Elle est en relation avec des savoirs quotidiens (en lien avec le médecin, la visite médicale, les vaccins) ; c'est alors un ROS plutôt « éducation à la santé » qui est mobilisé. Ou bien la connaissance du moment est en lien avec des éléments de culture scientifique, en relation avec leur catégorie d'âge (les films « C'est pas sorcier », dans lesquels ont été vues des radiographies), avec ce qu'ils ont pu faire en classe précédemment (une dissection, au cours du travail sur la digestion) ; ou encore en relation avec des fragments de culture familiale ; le microscope pour Cher qui a accompagné sa maman pour « *un don de sang* », ce qui lui a permis de « *voir à la télé dans une émission...mais c'était pas pour de vrai c'était une image qui était à l'intérieur d'une veine c'était en 3D, des globules blancs et des globules rouges* » (entretien post élèves, annexes, p. 125). Les propositions faites par les élèves, sur la base de leur rapport à l'objet de savoir, sont écartées ou retenues par P2 de façon aléatoire :

- regarder une radiographie semble être une proposition retenue ; elle apparaît deux fois (chez un élève et suggérée par P2). Regarder dans un documentaire est une proposition retenue également, mais on ne sait pas pourquoi ces stratégies sont déclarées gagnantes. Les propositions [regarder des muscles, faire une dissection, une visite médicale, regarder sous la peau d'un mouton] sont retenues (pour certaines « *peut-être* ») par P2, mais on ne connaît pas les raisons pour lesquelles ces stratégies seraient gagnantes,
- faire une expérience avec des tuyaux, sur proposition originale de Cher est retenu au motif que l'on pourrait ainsi voir où passe le sang. Cette idée porte d'ailleurs en elle le concept de sang endigué et mériterait qu'on s'y arrête ; ce n'est pas le cas,
- [le vaccin] et [regarder du sang au microscope] sont deux propositions rejetées à la suite d'une justification disant qu'elles ne permettent pas de valider où le sang passe ; on ne regardera pas le sang mais son contenant. C'est-à-dire que P2 précise, en partie, d'où il faut regarder l'objet de savoir et délimite une partie de l'espace dans lequel le jeu va se jouer afin de saisir un peu plus finement l'objet de savoir en jeu.

Au final, au cours de ces interactions, P2 ne produit pas des gestes professoraux sous forme de régulations telles qu'elles permettraient aux élèves de repérer à coup sûr et finement le ou les enjeux du jeu et ainsi de repérer à quel jeu jouer avec P2 pour produire des stratégies gagnantes ou saisir pourquoi les stratégies

sont gagnantes ou *a contrario* perdantes. Ce qui nous fait dire que ce jeu ne peut pas vraiment avoir de gagnant, c'est un jeu « pour de faux » ; P2 écoute les propositions des élèves (et donc ainsi une partie de leur ROS à ce moment-là) mais n'instaure pas de véritables régulations, lisibles par/pour les élèves, le jeu se perd et tout le monde y perd. Les élèves ne trouvent pas dans le milieu ce qui pourrait faire indice et les guider vers ce que veut P2, si P2 le sait.

Ainsi, à la suite de S1j3, on est invité à croire que P2 va prendre en compte ces rapports aux objets de savoir relatifs à « la circulation du sang dans le corps », fournis par les élèves au cours de S1, dès le début de S2. Examinons donc désormais le début de S2 qui démarre par un jeu basé sur l'affichage de 4 productions d'élèves.

1. P2 :-- Sami tu peux dire à Aich pourquoi j'ai affiché ces silhouettes ?
2. SAMI :-- ça dit où ça circule / ça s'appelle la légende / la légende du sang / ça circule partout dans le corps / dans les veines aussi / dans les poumons / dans le cœur partout
3. P2 :-- et le titre de la leçon Ouan ?
4. OUAN :-- la circulation sanguine
5. P2 :-- tu as dit Sami qu'il y avait des ressemblances dans les productions / d'abord que le sang passait dans les veines et partout et dans les 4 productions qui sont affichées / qu'est-ce que vous pouvez dire dans la première par exemple ?
6. AICH :-- dans la première y'a rien
7. P2 : on ne voit pas de veines partout dans le corps / et dans la 2 ?
8. MOHA :--*inaudible*
9. P2 :-- oui / il y a des différences / oui on avait écrit que sur certains y'avait des veines qui n'étaient pas reliées au cœur
10. CHER :-- oui mais y'en a parce que quand on avait vu l'appareil digestif du lapin sur la photo y'avait des veines dessus
11. P2 :-- oui justement on l'avait mis dans les différences / on avait mis que certains n'avaient pas dessiné des veines qui étaient reliées
12. ELEV :-- au cœur parce que au cœur on dirait que tout est rassemblé
13. P2 :-- toi tu penses que c'est le cœur qui distribue le sang à tout le corps // alors production n°3 ?
14. YASS :-- ben il a tout colorié presque
15. P2 :-- oui est-ce qu'on voit des veines ?
16. ELEV :-- non
17. P2 :-- et pour la quatrième production ? Sami tu as ajouté dans la légende le trajet du sang et justement on n'en a pas parlé hier
18. ELEV :-- il n'a pas mis le cœur
19. P2 :--oui / justement et par rapport au trajet du sang qu'est-ce que vous avez à dire ? par rapport à la circulation / au trajet / Ahme ?
20. AHME :--si y'a pas les veines le sang peut pas se réguler
21. P2 :-- oui mais alors par rapport au trajet ? / alors dans quel sens comment il circule ce sang ?
22. ELEV :-- ça descend et quand tu fais une piqûre *inaudible*
23. P2 :--oui mais en attendant y'a que Sami qui a parlé du trajet / sinon dans les autres productions personne n'avait évoqué le sens de la circulation du sang donc euh aujourd'hui je vais vous donner ces trois documents et à partir de ces documents on va vérifier si le sang passe bien partout et on va s'interroger sur le trajet du sang donc qui veut lire la consigne ?

Extrait 20. S2j0. « Rappel de S1 ». Minute 0 à 3'45. Les élèves sont invités à commenter 4 productions, issues de S1j1, affichées au tableau de la classe. Interactions 1 à 23.

Cet extrait d'une durée de 3'45 résume le traitement qui est fait aux productions des élèves, dans les premiers instants de S2. Ces moments ne produisent pas les conditions d'une mise en problème, relative soit, à la conduction du sang dans des vaisseaux (système endigué), soit à l'idée d'un circuit clos ou tout autre type de problème, centré sur un ou des obstacles épistémologiques, tels que nous les avons

abordés dans la partie « analyse épistémologique » de ce mémoire. Le jeu précédent (S1j3) se terminait sur un enjeu probable « où passe le sang ». Ici, en termes de chronogenèse, P2 considère comme un acquis le fait que le sang circule dans les veines ; ainsi la notion de système endigué n'est pas discutée et seule Cher fournit un lien avec des acquis antérieurs (la digestion) « *y'en a parce que quand on avait vu l'appareil digestif du lapin sur la photo y'avait des veines dessus* » (10). Il n'y a pas davantage ici, en S2, de réel travail sur les ROS qui ont été donnés à voir par les élèves. On note enfin que, en fin de cet extrait, circulation, sens et trajet du sang sont utilisés indifféremment par P2. Cela ne contribue pas à rendre visible pour les élèves le sens des jeux suivants qui semble être désormais de « *vérifier que le sang circule partout* », mais aussi de travailler sur « *le sens de circulation du sang dans le corps* », enjeu qui semble être identique au « *trajet du sang* » pour P2. Il y a donc des tentatives de délimitation de l'objet de savoir à travers les représentations mais elles sont inabouties.

Ainsi, pour P2, aux vues de S1j3 et de S2j0, les conceptions recueillies n'ont pas véritablement le statut d'une compréhension, à un moment donné de la circulation sanguine, de la part des élèves. Elles sont davantage considérées comme un « déjà-là » que les élèves sont chargés de restituer (ce qu'ils font en S1j1); elles ne sont pas des systèmes explicatifs cohérents dont on voudrait comprendre les rouages et éventuellement que l'on chercherait à défaire si ces systèmes explicatifs venaient à être inadaptés lors d'un échange argumenté dans la classe, sous la forme de débat par exemple. D'ailleurs, cette forme de contrat didactique implicite dans la classe -livrer seulement les conceptions-, est perçue par les élèves de la façon suivante : « *au début on avait dessiné pour nous où étaient les veines dans une silhouette* » ; le « *pour nous* » signifiant probablement une absence de traitement ultérieur de ces productions. Par exemple, il n'est pas à l'ordre du jour, d'explicitier publiquement, que comme « *on avait vu sur l'intestin grêle qu'il y avait des veines, j'ai mis des veines dans le ventre* » (entretien post élèves, annexes p. 120), élément qui est explicité dans l'entretien post avec le chercheur, mais pas au cours de l'action *in situ*. Rendre publiques ces raisons, citées par l'élève, aurait donné un autre statut à la mise à jour des ROS des élèves. Les trois jeux de S1 semblent, au final, être des jeux « pour de faux » ; P2 fait « émerger les représentations » mais ne les rend pas « éléments pour l'apprentissage » ; elles ne sont pas prises en compte.

3.2.1.2. Extraction de savoirs non problématisés issus des médias à disposition

Nous avons vu que S1 n'avait pas permis de dégager un ou des éléments problématiques. Le début de S2, que nous avons rapporté précédemment (Extrait 20, p. 195), ne propose pas non plus une véritable problématisation : « *aujourd'hui je vais vous donner ces trois documents et à partir de ces documents on va vérifier si le sang passe bien partout et on va s'interroger sur le trajet du sang* ». S3 pose bien une question à la suite de l'examen et de la mise en inférence de données physiologiques : « *le nombre de pulsations et la fréquence respiratoire dépendent de l'activité physique. Plus on fournit d'effort, plus le cœur bat vite et plus nous respirons vite. Pourquoi ?* » Mais il ne s'agit pas d'un problème véritablement construit et dévolu aux élèves : il ne relève pas d'une énigme ou de données paradoxales à expliquer ; en ce sens, il n'est pas un problème scientifique qui justifierait d'engager des recherches, produisant des explications d'un phénomène perçu comme étonnant. On cherche bien en S4 à répondre à la question « *à quoi sert le cœur ?* » mais la question reste un

prétexte à une description anatomique du cœur. Cette absence de problématisation amène à regarder plus précisément le statut des savoirs produits dans la classe.

Pour P2, le savoir proposé en classe est déjà construit, il suffirait de le découvrir à la manière d'un voile qui couvrirait quelque chose et qu'on enlève. Ainsi, il est permis aux élèves d'accéder au savoir en regardant un cœur disséqué, par exemple, ou en regardant des documents ou des vidéos. Notre attention a été retenue par un jeu, qui pouvait être traité comme une forme de co-construction, mais qui est en fait révélateur de la préexistence des savoirs dans les documents, en l'occurrence une vidéo. Après un jeu S3j1 « Faire des inférences sur la relation entre le nombre de pulsations cardiaques, la fréquence respiratoire et l'activité physique », examinons cet extrait situé au début du jeu S3j2 (environ 10 minutes après le début de la séance) :

Au TBI :

Le nombre de pulsations et la fréquence respiratoire dépendent de l'activité physique. Plus on fournit d'effort, plus le cœur bat vite et plus nous respirons vite. Pourquoi ?

(KOUS lit le résumé écrit)

27. P2 :-- alors maintenant / pourquoi ? vous allez l'écrire tout seuls
28. ELEV :-- en groupes ?
29. P2 :-- non / tout seul et après vous pourrez en parler à l'oral // non/ vous écrivez

(Les élèves écrivent sur leur cahier)

30. P2 :-- Cher on t'écoute
31. CHER :-- la respiration accélère / le cœur aussi // exemple/ quand on marche il est normal et quand on court il donne plus d'énergie ce qui accélère les battements
32. P2 :-- donc le cœur servirait à donner plus d'énergie// Yass à toi
33. YASS :-- parce que nos muscles se fatiguent plus
34. P2 :-- et quel est le lien avec la respiration et les battements du cœur alors ?
35. YASS :-- que dans le cœur y'a des muscles et là le diaphragme c'est là où ça se fatigue
36. ISSA :-- *inaudible* et ça envoie plus de pulsations
37. SABIN :-- c'est dur pour notre corps / le cœur nous envoie de l'oxygène
38. P2 :-- le cœur servirait comme les poumons alors à envoyer de l'oxygène donc ?
39. ELEV :-- il donne la force
40. P2 :--mais qu'est-ce qu'il faut pour qu'il donne plus de force alors ? pour qu'on ait plus d'oxygène ? qu'est-ce qu'il fait ? Caro ? Mimo ?
41. MIMO : *inaudible*
42. P2 :-- donc tu dis comme Mimo / le cœur enverrait de l'oxygène et toi Fabi ?
43. FABO :-- quand on est fatigué on a besoin de plus d'air
44. P2 :-- oui / qu'est-ce qu'il y a dans l'air ?
45. ELEV :-- du gaz carbonique
46. ELEV :-- de l'oxygène
47. P2 :-- de l'oxygène et on expire du gaz carbonique
48. SAMI :-- l'air entre par / l'oxygène elle rentre par la bouche
49. P2 :--il rentre par la bouche / donc ça veut dire qu'on a besoin de plus d'oxygène /// Loue tu lis ce que tu as écrit ?
50. LOUE :-- quand on bouge plus vite / on a besoin de plus d'oxygène
51. P2 :-- donc on a besoin de plus d'oxygène
52. BONI :-- quand on a fini de courir on n'arrive pas à respirer bien
53. P2 :--bon vous allez observer une vidéo / vous allez la regarder deux fois // oui // « C'est pas sorcier » // vous allez écouter / regarder et vous n'oubliez pas la question pourquoi est-ce que finalement=

Extrait 21. Extrait du jeu S3j2. Minute 11'32 à 18'34. Les élèves répondent individuellement et par écrit à la question notée au TBI ; une discussion orale collective basée sur les écrits individuels est rapportée dans cet extrait.

Des éléments sont en construction par les élèves au cours de ce jeu, depuis le Tdp 31 jusqu'au Tdp 52. Pour Cher (31), l'accélération du rythme cardiaque est

consécutives à la fourniture d'énergie ; c'est parce que de l'énergie supplémentaire est fournie que le cœur accélère. De cette proposition de mise en lien inexacte (donner de l'énergie puis augmentation du rythme cardiaque), P2 (en 32) ne retient, avec un « *donc* » introductif, que la formulation « *le cœur servirait à donner plus d'énergie* », sans corriger la mise en lien inadéquate faite par Cher mais en utilisant un conditionnel « *servirait* » qui introduit le doute. Sabin en 37 suggère que le cœur envoie de l'oxygène ; la suggestion est reprise par P2 (38), sans correction du contenu inexact compris dans la formulation de l'élève, et avec le même doute marqué par le conditionnel en 42 et pour une ultime reprise généralisante en 51. Ces deux éléments conclusifs à propos du cœur (donner de l'énergie et envoyer de l'oxygène), rendus publics par P2, sont englobés dans la formulation de l'élève qui en 39 résume « *il donne de la force* ».

Avec les éléments apportés par les élèves dans ce qui fait désormais milieu, une construction du type suivant pouvait avoir lieu. Il faut un apport d'énergie supplémentaire aux muscles lors d'un effort. Cette énergie supplémentaire est fournie par un apport accru en nutriments et oxygène apportés par le sang circulant plus vite par une accélération des battements cardiaques. Mais, plutôt que d'aller vers une construction de ce type, P2 restreint au maximum ses régulations sur le milieu, en construction, lié aux apports de propositions enfantines, et rejette entièrement le travail de construction sur une vidéo qui, vue deux fois, devrait fournir la réponse adéquate. Ces éléments sont une indication que, pour P2, les savoirs sont bien dans les médias, choisis par P2, et donnés à voir aux élèves, ils ne résultent pas forcément d'une réponse à un problème lui-même construit avec les élèves. Dans le même temps, cet extrait apporte des éléments d'explication quant au peu de cas fait aux propositions d'élèves déposées dans le cours de l'avancée de la mésogenèse. Nous pouvons en effet rapprocher l'interprétation que nous faisons de cet extrait-là du premier jeu que nous avons analysé longuement (jeu S1j3, Extrait 19, p. 193) et à propos duquel nous avons conclu qu'il s'agissait d'un jeu « pour de faux » en ce sens que, comme ici dans cet extrait (Extrait 21, ci-dessus), les suggestions des élèves, les propositions en S1j3 n'avaient pas plus été prises en compte et que personne ne gagnait au jeu, ni élèves ni enseignant.

Examinons maintenant cet exemple en S2, d'un jeu (S2j2) centré autour de la notion de circulation à sens unique. Il prend appui sur un élément du jeu précédent S2j1. Nous présentons successivement ces deux éléments utiles à la compréhension, d'abord un extrait de S2j1 correspondant à un travail de groupe, puis un extrait de S2j2 auquel nous nous intéressons pour approcher la nature des savoirs en jeu.

Dans le jeu [S2j1] : « Formuler que le sang circule dans des vaisseaux sanguins ; artères, veines, capillaires ». Minute 3 à 45. Tdp 24 à 73], nous ciblons sur un travail de groupes, minute 8 à 23. Tdp 41 à 44 :

Groupe : CHER, NAVE, SASS. L'affiche élaborée est celle-ci :

La radio ne montre que les os de la main

L'angiographie de la main montre des capillaires, des artères et veines

Le 3 montre un zoom sur l'angiographie (en dessin)

P2 passe de groupe en groupe, vient dans ce groupe et demande ce que les élèves ont trouvé

- 41. CHER :-- le sang arrive par les artères et les veines font partir le sang
- 42. P2 :-- ah ! donc il y a un sens pour les artères et combien de sens y a-t-il ?
- 43. ELEV :-- 2, 3, 4

44. P2 :-- il y a un seul sens / ça arrive par les artères / le sang vient là et repart par les veines ça fait comme ça / (*en montrant avec le doigt sur le schéma*) donc il y a un seul sens vous pouvez l'écrire sur l'affiche
(L'affiche est complétée par P2)

Le sang part des artères, passe dans les capillaires et fini par les veines

Dans le jeu [S2j2 : Formuler que le sang circule à sens unique. Minute 45 à 64. Tdp 74 à 98], nous ciblons sur un extrait, minute 45 à 56'15. Tdp 74 à 84.

74. P2 :-- alors un groupe / le groupe 3 notamment a dit quelque chose sur le sens de circulation // alors qu'est-ce que vous pouvez dire sur le sens de la circulation / est-ce que ça part dans tous les sens ou bien est-ce qu'il y a un sens unique ?
75. ELEV :-- deux deux
76. P2 :-- alors mettons-nous d'accord
77. MINA :-- y' a qu'un seul sens
78. P2 :-- explique-nous pourquoi tu penses cela
79. CHER :-- ça passe par les artères après ça va dans les capillaires et ça part par les veines
80. P2 :-- donc ça fait un seul
81. SABI :-- mais y'a plusieurs flèches
82. P2 :-- mais regarde y'a un départ / (*P2 repasse au feutre les artères en rouge et les veines en bleu*) Aich tu es d'accord ça part là / ça passe // et le sang revient par là j'ai fait deux couleurs mais y'a un seul sens / Aich montre sur ton doigt là y'a les artères ici ça serait les capillaires et ça repart par la veine la circulation se fait à sens unique (*P2 écrit au TBI : La circulation sanguine se fait à sens unique*)
83. P2 :-- vous coloriez comme j'ai fait moi sur le schéma du document 3 pour qu'on voit bien dans quel sens ça circule

Extrait 22. Situation de S2j1 et extrait de S2j2. Il s'agit d'un jeu centré autour de la notion de circulation à sens unique. Minute 45 à 56'15. Interactions 74 à 83.

On retrouve dans cette succession de deux extraits un questionnement de type fermé « *Donc il y a un sens ... et combien de sens y a-t-il ?* » (42), « *est-ce que ça part dans tous les sens ou bien est-ce qu'il y a un sens unique* » (74), qui n'engage pas à la discussion. Les explications sont tautologiques « *Il y a un seul sens... donc il y a un seul sens* » (44) ; la conclusion s'impose d'elle-même « *donc ça fait un seul [sens]* » (80). Ces quelques exemples rapprochés d'autres (Tdp 84-85-86, dans le même jeu, à la suite de l'Extrait 22) nous font dire qu'en général, à une question correspond une solution unique, indiscutable. En d'autres termes, le savoir, dans cette classe et sur cette séquence, est un déjà-là qui ne se construit pas mais préexiste en tant que tel.

3.2.2. Des spécificités mésogénétiques : faiblesse de la co-construction du milieu et des difficultés à produire un environnement faisant milieu pour les élèves en fonction des savoirs en jeu

Complétons les caractéristiques mésogénétiques liées à la classe n°2, indiquant comment, par toute une série de mises en œuvre professorales, le champ d'action des élèves est parfois restreint, avec, pour conséquence, que ceux-ci ne sont pas toujours positionnés de telle façon qu'ils soient en puissance d'agir avec les savoirs.

3.2.2.1. Un milieu dépourvu de rétroactions adaptées

Les espaces de co-construction sans ambiguïtés sont rares. Nous avons déjà eu à rencontrer au cours de l'extrait n°19, auquel nous renvoyons le lecteur (Extrait 19, p. 193) une difficulté pour les élèves à prélever dans la mésogénèse des éléments pertinents pour saisir les enjeux des jeux à jouer. Ainsi, dans l'Extrait 19 du jeu S1j3, le milieu, qui est bien le résultat d'une construction partenariale, ne fournit pas aux

élèves les indices qui leur permettraient de réguler l'action au profit d'un gain au jeu. On pourrait dire que le milieu est « flou » car on n'identifie pas ce qui est de l'ordre d'une proposition à retenir ou à rejeter. Ou pour le dire autrement, les régulations de P2 sont inadaptées ; nous nous souvenons, par exemple, de ces interactions :

- 57. ELEV:-- la dissection
- 58. P2 :-- oui, / la dissection peut être
- 59. OUAN :-- pourquoi on fait pas une visite médicale ?
- 60. P2 :-- ah bon ça serait une façon pour être sûr

qui ne disent rien sur les raisons pour lesquelles on pourrait retenir ces propositions. Nous pouvons pointer cette particularité dans la gestion des régulations comme un élément récurrent dans les pratiques de P2, dans cette classe ; nous renvoyons le lecteur à l'extrait précédent qui donnait à voir cette particularité dans la gestion des milieux (Tdp 9 à 15, Extrait 20, p. 195).

3.2.2.2. Pas d'élaboration d'une référence commune

Nous montrons dans l'extrait suivant, la difficulté à faire se rencontrer P2 et les élèves qui ne partagent pas forcément les mêmes soubassements quant aux processus qui font leurs rapports aux objets de savoir, en construction et en devenir pour les élèves ; l'élaboration et l'interprétation-même de la mésogenèse n'en sont pas facilitées. Nous présentons l'extrait suivant, issu de l'avant-dernière séance (S5), sous forme de tableau pour en faciliter l'analyse ; il s'agit de légender un schéma de cœur, suite à une dissection en S4. Les élèves ont travaillé individuellement et maintenant, la correction est collective. Deux productions sont affichées au tableau et commentées.

Transcription	Analyse
25. P2 :--je vais numéroter // (<i>1 est porté sous une production et 2 est porté sous l'autre au tableau</i>) alors 1 est identique à la 2 ? 26. ELEV :-- non 27. ELEV :-- c'est la 1 la mieux 28. P2 :--Cham tu as quelque chose à dire ? Sabi tu as dit que les deux productions ne sont pas pareilles / peux-tu dire pourquoi elles ne sont pas pareilles ? (<i>CHAM passe au tableau, observe les deux productions</i>) 29. CHAM :-- là il a tout colorié // y'a des endroits où ça passe pas (<i>sur la production 1</i>) 30. P2 :-- effectivement 31. CHAM :-- et là c'est juste (<i>production 2</i>) 32. ELEV :-- pas du tout / y'a du noir 33. ELEV :-- là y'a du bleu	
34. LOUE :--d'abord il peut pas y avoir du rouge avec dans le bleu 35. P2 :--pourquoi il ne peut pas y avoir du rouge avec le bleu ? 36. LOUE :-- parce qu'il y a gauche et droite 37. P2 :--parce qu'il y a un cœur gauche et un cœur droit	Référence commune au savoir de la classe en S3 et S4 (vidéo avec cardiologue en S3 et dissection en S4). P approuve, en la reprenant, la proposition de Loue
38. SAMI :-- ça se croise 39. P2 :--ah ça se croise mais en fait 40. ELEV :--ça se mélange pas 41. P2 :--qu'est-ce qui se mélange pas en fait ? 42. ELEV :--le sang 43. P2 :-- le sang effectivement ne se mélange pas	Référence commune au savoir de la classe en S3 et S4 (vidéo avec cardiologue en S3 et dissection en S4). Reprise des éléments issus de la vidéo

<p>46. YASS :-- <i>inaudible</i> moi je dis c'est la 1 / pasque je l'ai déjà vu 47. P2 :--donc toi tu valides la production n°1 48. YASS :--oui 49. P3 :----c'est juste / pourquoi ? 50. YASS :--que sur Internet j'ai vu c'est comme ça 51. P2:--sur Internet tu as vu c'est comme ça / alors pourquoi est-ce que c'est logique alors ? 52. YASS :--pasque pasque 53. P3 :---- qu'est-ce qu'on sait sur le cœur droit et sur le cœur gauche ? 54. YASS :-- euh déjà le gauche c'est le sang bleu 55. P2 :--ah là il est pas en bleu 56. YASS :--euh c'est en rouge et le droit c'est en bleu</p>	<p>Référence à Internet, des savoirs hors la classe, pour Yass</p>
<p>57. SAMI :--les veines ça rentre et dans les organes ça sort 58. P2 :--non, dans les artères ça sort</p>	<p>Incompréhension n°1: Référence au savoir de la classe en S2 pour Sami (le sang circule à sens unique dans les artères, les capillaires et les veines qui ressortent des organes) Référence au schéma actuel du cœur pour P2 (les artères sortent du cœur, les veines y arrivent)</p>
<p>59. LOUE :--y'avait des traits y'avait des flèches qui étaient foncées parce que c'était en bleu et les claires c'est pasque c'était en rouge (<i>LOUE va au tableau</i>) 60. P2 :--tu voulais parler des pailles ? 61. LOUE :-- non / là c'est plus foncé et là c'est plus clair 62. P2 :--alors quand ça rentre c'est en rouge et quand la flèche sort c'est en bleu 63. LOUE :--là c'est plus foncé et là c'est plus clair 64. P2 :--alors ce qui est en rouge ça correspond aux artères / merci Loue, donc on va déjà faire ce trajet-là / (<i>P2 note au feutre rouge au tableau, artère aorte</i>) donc 1 c'était rouge car dans les artères y'a plus d'oxygène et donc qu'elle était la cavité qui était rouge aussi qui était représentée (<i>P colorie au tableau</i>)</p>	<p>Incompréhension n°2 : Référence aux teintes de gris de la photocopie (claire et foncée) pour Loue, lui donnant un indice pour repérer le bleu et le rouge supposés Référence à la dissection effectuée en S4, pour P2 ; des pailles de couleur (bleu et rouge) représentaient le sang chargé en CO₂ et en O₂ transitant dans le cœur</p>

Extrait 23. Extrait de S5j1 « Légender un schéma de cœur ». Minute 3 à 40. Tdp 11 à 121. Il s'agit ici de procéder à la correction collective des légendes du schéma de cœur. Interactions 25 à 64.

Au cours de cet échange, la mésogenèse, produit de l'action conjointe, est la résultante de ce que P2 et les élèves apportent chacun quant à l'interprétation du milieu en jeu. Les différences de lecture des éléments du milieu, par P2 et ses élèves, sont ici patentes. Par exemple, l'incompréhension n°1 montre que Sami mobilise un acquis de S2j1 où les élèves avaient travaillé sur un dessin du doigt d'une main montrant l'arrivée du sang par les artères, le passage par les capillaires et le retour du sang par les veines, alors que P2 évoque la sortie du sang du cœur par les artères (aorte et pulmonaire). Ce qui fait dire à P2, à juste titre, que le sang sort du cœur par des artères. Cette difficulté avait été anticipée par P2 : « *ce qui me gêne c'est le sens inversé des couleurs ... parce que normalement dans les artères c'est du sang en rouge parce qu'en fait d'après ce que j'ai compris tout ce qui part du cœur se sont des artères et celle-ci l'artère pulmonaire elle a du sang chargé de gaz carbonique et ça qu'elle soit chargée de CO₂ c'est différent par rapport aux autres et ça rajoute une difficulté supplémentaire* » (entretien post S123, annexes, p. 84). Mais dans l'instant de l'action conjointe, avec la référence importée par Sami, en rapport avec la séance

S2, la mésentente est manifeste. D'autres éléments d'interprétation du milieu ne sont pas partagés entre P2 et Loue ; les indices que prend Loue ne font pas référence à la dissection comme le croit P2, dans la suite de l'échange. Il prend des indices matériels, les couleurs de la photocopie plus ou moins claires, pour supposer des couleurs, bleu ou rouge, sur la photocopie, ce qui n'est pas dans le cours du jeu, une référence mobilisée par P2.

3.2.2.3. Fermeture du milieu renforcée par les régulations professorales

Une autre caractéristique de la mésogénèse est une tendance à une certaine fermeture du milieu. En effet, les situations d'enseignement et d'apprentissage sont la plupart du temps construites sur le modèle : une question → un document (ou une activité) → une tâche → un élément de savoir. Ainsi, dans l'Extrait 21 p. 197, commenté précédemment, les élèves sont installés dans ces conditions : d'une vidéo, il faut extraire un élément de savoir, noté au TBI, puis par écrit sur les cahiers des élèves. Ces situations plutôt fermées laissent peu de place aux élèves et les confinent presque dans un rôle d'exécutants, sans qu'ils aient la possibilité d'identifier un savoir en jeu et construire véritablement des savoirs, comme dans cet extrait en S5, le lendemain d'une dissection du cœur. Cet extrait se situe légèrement en amont de l'extrait précédent (Extrait 23, ci-dessus), il concerne le même jeu.

11. P2 :-- alors cet après midi je vous ai préparé une fiche où il y a la photo du cœur telle qu'on aurait pu le disséquer et dessous il y a le schéma alors je vais vous demander de légènder ce schéma / alors qu'est-ce que ça veut dire de légènder un schéma ? Qui peut expliquer la consigne / Moha ?
12. MOHA : -- *inaudible* indiquer qu'est-ce que c'est
13. P2 :--voilà j'ai mis 1 / 2 / 3 / 4 parce qu'on avait vu 4 cavités hier il va falloir dire à quoi correspondent ces 4 cavités ces trous comme vous disiez et justement vous parliez d'oxygène tout à l'heure et il faudra mettre des couleurs pour qu'on comprenne eh bien le trajet du sang dans le cœur et vous vous aiderez de la photo et de la légende que j'ai mise pour compléter le schéma qui est en dessous donc Sami tu vas distribuer avec Sami et vous pouvez commencer

Extrait 24. Extrait de S5j1. « Légènder un schéma de cœur ». Minute 3. Les élèves reçoivent les consignes pour légènder un schéma de cœur. Interactions 11 à 13.

Au-delà d'une certaine fermeture du milieu, les pratiques *in situ* donnent à voir des modalités particulières de régulation de la part de P2, dont nous avons déjà pu discuter. Le tdp 82 de l'Extrait 22 (extrait du jeu S2j2, jeu centré autour de la notion de circulation à sens unique)

82. P2 :--mais regarde y'a un départ / (P2 repasse au feutre les artères en rouge et les veines en bleu) Aich tu es d'accord / ça part là ça passe et le sang revient par là j'ai fait deux couleurs mais y'a un seul sens / Aich montre sur ton doigt là y'a les artères ici ça serait les capillaires et ça repart par la veine / la circulation se fait à sens unique

indique que les régulations de P2 vont souvent dans le sens d'une répétition d'éléments déjà avancés frôlant la tautologie au détriment d'une négociation à propos d'éléments contradictoires que les élèves peuvent être amenés à produire dans le milieu, et qui feraient d'eux des partenaires dans la co-construction à part entière, de l'avancée du savoir. De même en S5j1, où P2 et les élèves légènder collectivement un schéma de cœur, après l'avoir complété auparavant individuellement (voir ci-dessus, les consignes de cette tâche dans l'Extrait 24):

70. CHER :-- maîtresse c'est pas artère parce que l'artère elle est à côté de l'artère aorte / c'est la veine pulmonaire
71. P2 :-- vous écoutez ce que dit Cher s'il vous plaît / tu dis que je me suis trompée

72. CHER :--oui l'artère elle est devant
 73. P2 :-- c'est quel numéro ?
 74. CHER :-- la 3 c'est vers la droite sur la photo et vers la gauche là
 75. P2 :-- Loue tu réponds à Cher / Cher dit qu'on s'est trompé c'est pas artère mais veine / 3 c'est une artère parce que ça sort
 76. CHER :-- mais maîtresse (*Cher se lève et va au tableau montre, hésite*)
 77. P2 :-- c'est une artère ça sort c'est forcément une artère
 78. CHER :-- on a l'impression qu'elle est toute petite
 79. P2 :-- oui mais à partir du moment qu'elle sort c'est une artère tu comprends ? merci tu vas à ta place

Extrait 25. Extrait de S5j1. « Légender un schéma de cœur ». Minute 32'50 à 34'10. Correction collective d'un schéma de cœur au tableau. Interactions 70 à 79.

Ainsi, les régulations professorales restreignent l'espace des possibles pour les élèves, en fondant un milieu dans lequel les apports des élèves sont très partiellement pris en compte. Enfin, nous pouvons constater que les régulations pratiquées par P2 amènent souvent à introduire les conclusions dans le milieu, comme dans le tour de parole 82 de l'Extrait 22, p. 199 : « *mais regarde, y'a un départ Aich tu es d'accord ça part là ça passe et le sang revient par là, j'ai fait deux couleurs mais y'a un seul sens ... la circulation se fait à sens unique* ». Cette technique introduit précipitamment dans la mésogenèse, un élément conclusif prématuré ou insuffisamment discuté, travaillé et argumenté. D'ailleurs, après avoir colorié « *comme j'ai fait moi sur le schéma du document 3 pour qu'on voit bien dans quel sens ça circule* » (83), le doute n'est pas levé :

84. P2 :--Aich pose une question et si ça se croise / mais justement si c'est à sens unique est-ce que ça peut se croiser ?
 85. ELEV :--non
 86. P2 :--non bien sûr que non

Extrait 26. Extrait de S2j2. « Formuler que la circulation du sang se fait à sens unique ». Minute 58'29.

Les élèves ne sont pas incités sous l'impulsion de P2 à chercher dans le milieu des éléments de construction des savoirs. Au final, les régulations se font en fonction du projet de P2 et peu en fonction de ce que disent les élèves ; le professeur avance dans son projet d'enseignement ; les élèves s'insèrent dans des espaces qui leur permettent de participer cependant à une certaine forme de construction des savoirs. Nous en donnons un exemple ci-après.

3.2.2.4. De rares espaces de construction partenariale dans la classe

Examinons à travers l'exemple suivant une modalité de co-construction des savoirs au sein de la classe n°2. Cet exemple nous est fourni au cours de la séance S3 dont nous livrons un extrait qui s'inscrit dans la suite de l'Extrait 21, analysé précédemment (p. 197) ;

55. P2 :-- donc qu'est-ce qu'on cherchait à comprendre aujourd'hui Djin ?
 56. DJIN :-- à quoi sert le cœur
 57. P2 :-- et donc on se demandait pourquoi il battait plus vite quand on faisait une activité physique et pourquoi on respirait plus vite aussi / alors qu'est-ce que tu as appris grâce à la vidéo on t'écoute
 58. DJIN :-- y'avait deux cœurs en parallèle aussi y'en a un qui envoie du sang aux poumons et un qui envoie dans les muscles
 59. P2 :-- oui et quelle est la différence entre le sang qui va dans les poumons et le sang qui va dans les muscles / quelle est la différence ?
 60. ELEV :-- *inaudible* l'oxygène
 61. P2 :-- et oui / le sang qui va dans les muscles a plus d'oxygène Cher
 62. CHER :-- il y a deux cœurs ils n'ont pas du tout la forme du cœur dessiné

63. KOUS :-- le cœur envoie le sang oxygéné dans les muscles
 64. AHME :-- le cœur gauche envoie le sang dans les organes et le cœur droit envoie le sang dans les poumons
 65. SAMI :-- je voulais dire que dans le cœur y'a des veines / ça veut dire que dans le cœur y'a du sang
 66. P3 :---- allez / on complète

Au TBI :

Le cœur est un muscle. Il y a deux cœurs. Le cœur droit envoie le sang dans les poumons. Le cœur gauche envoie du sang oxygéné dans les organes, les muscles.

Extrait 27. Extrait de S3j2. « Comprendre pourquoi le cœur bat-il plus vite et respire-t-on plus vite quand on court ? ». Minute 11 à 40. Cet extrait porte sur les minutes 26'15 à 29. Les élèves ont visionné un court extrait d'un DVD « C'est pas sorcier » où un cardiologue explique les rôles des cœurs droit et gauche, devant une image d'une échographie cardiaque. Interactions 55 à 66.

On retiendra que dans cet extrait, les élèves ont, à disposition, un espace d'expression de leur compréhension d'un phénomène en jeu. On peut même y suivre un déplacement progressif de sens dans les échanges rapportés ici, avec un enrichissement graduel jusqu'à l'institutionnalisation. On note par exemple qu'il y a deux cœurs (Djin, 58) ; un qui envoie le sang dans les muscles, un qui envoie le sang dans les poumons. Puis par étayage du maître, relativement à la qualité du sang circulant, les élèves établissent une correspondance entre le sang transitant dans le cœur droit et le sang transitant dans le cœur gauche. D'abord il y a Kous (63) qui propose une première formulation (« *le cœur envoie le sang oxygéné dans les muscles* »), puis la précision vient avec Ahme (64) en identifiant la fonction du cœur droit et celle du cœur gauche ; ce n'est plus *le* cœur mais deux demi-cœurs qui sont repérés. Ce temps de structuration est lui-même suivi d'une institutionnalisation sous forme de trace écrite indiquant les nouveaux savoirs.

En outre, nous pouvons avec cet extrait conforter l'interprétation que nous faisons d'une certaine conception des savoirs de la part de P2. En effet, il y a sous-jacente, dans cet extrait, l'idée que les savoirs viennent de l'expert et que les savoirs sont eux-mêmes contenus dans les propos de l'expert ou dans le film lui-même. Une certaine conception réaliste de la science et des savoirs scientifiques émerge de cet exemple.

Envisageons maintenant les places respectives des élèves et de l'enseignant et leurs responsabilités dans l'avancée des savoirs.

3.2.3. Une répartition topogénétique plutôt équilibrée mais improductive

Les extraits que nous avons déjà parcourus depuis le début de cette analyse *in situ* nous donnent une idée des places respectives des élèves et du professeur dans l'action conjointe de cette classe. Professeur et élèves sont en interaction et échangent au cours de ces interactions. Même s'il est difficile de dissocier un élément descripteur des pratiques comme la topogénèse des autres éléments avec lesquels elle agit de concert, voyons plus précisément, qui initie les échanges, comment ils vivent et qui prend en charge la responsabilité de l'avancée des savoirs.

3.2.3.1. Des élèves en partie privés de la prise en charge de l'avancée des savoirs

L'Extrait 19, analysé p. 193, du jeu S1j3 avait montré que les élèves prenaient, au cours de ce jeu, leur responsabilité, en prenant la main sous la forme de 9 propositions émises à la suite d'une demande professorale. Nous avons alors convenu que P2 ne fournissait pas des régulations qui auraient permis de saisir les règles du jeu. Ainsi, les élèves prennent l'espace qui est mis à leur disposition pour participer,

depuis leur position, à l'avancée des savoirs. Mais P2 n'instaurant pas les régulations nécessaires, les élèves ne peuvent pas, au-delà de leur place, participer davantage à l'avancée des savoirs, en mettant réellement en jeu leur ROS. C'est ce qui nous fait dire que l'ensemble est improductif au sens où les enjeux du jeu ne sont pas atteints, ni par P2 ni *a fortiori* par les élèves.

Nous avons également livré un extrait (Extrait 21, p. 197) dans lequel P2 rejetait totalement sa responsabilité dans l'avancée des savoirs sur une vidéo et arrêta ainsi le processus d'éventuelle co-construction des savoirs avec les élèves qui encore une fois avaient pris une place, à leur mesure, dans l'élaboration de l'avancée des savoirs. Il semble donc bien que, dans cette situation, P2 fasse totalement confiance aux élèves et / ou au milieu pour trouver dans les médias les éléments qui permettraient l'avancée des savoirs dans la classe.

Nous avons vu d'autres situations où P2 impose les savoirs, sans négociation ; nous pouvons par exemple, faire référence aux extraits suivants, Extrait 22, p. 199 (Tdp 82) et Extrait 25, p. 203 (Tdp 79) dans lesquels P2 impose de façon quasi autoritaire, c'est-à-dire sans construction, une conclusion non négociée. Fournissons un dernier exemple dans lequel la topogénèse étant du côté des élèves, ici, lors de la restitution de travaux de recherches qui ont été menés en groupes, les régulations de P2 n'engagent pas vers une construction des savoirs. En voici une illustration en S2j1, en toute fin de ce jeu centré sur les contenants du sang :

59. P2 :-- on passe aux groupes suivants
60. SABI :-- le document 1 nous apprend rien / le document 2 nous apprend qu'il y a des capillaires minces / (*Sabi montre les capillaires sur le schéma au tableau blanc*) le document 3 nous apprend que dans un doigt nous avons des artères / des veines / des capillaires
61. P2 :-- groupe 6
62. KOUS :-- on voit une main radiographiée avec des os
63. P2 :-- donc vous n'avez rien à ajouter / groupe 7
64. NAVE :--la radio ne montre que les os de la main / l'angiographie de la main montre des capillaires / des artères et veines et le 3 montre un zoom sur l'angiographie
65. P2 :-- oui un zoom du doigt très bien c'est comme si on avait grossi l'image pour mieux voir l'intérieur et qu'est-ce qu'on a vu à l'intérieur ?
66. NAVE :-- y'a l'artère et les deux sens
67. P2 :-- montre-nous où vous avez identifié les deux sens Nave
68. NAVE (*au tableau blanc montre avec son doigt*) :-- ça passe par là les artères puis là les capillaires et ça repart par les veines
69. P2 :-- donc en fait le sang circule dans trois sortes de vaisseaux sanguins soit des artères soit des capillaires soit des veines
70. NAVE (*lit son affiche*) :-- le sang part des artères / passe dans les capillaires et finit par les veines
71. P2 :-- groupe 8 à présent le dernier
72. MOHA :-- le 3 nous apprend que dans un doigt nous avons des veines et des capillaires et des artères / le 2 on apprend que sur les doigts on a plein de veines et on remarque que si le doigt est plus gros / on a plus de veines // si on appuie sur les veines / on peut mourir
73. P2 :-- vous avez trouvé ça dans les documents si on appuie sur les veines / on peut mourir ? bon / merci / on complète la leçon donc / Mina tu fais un bilan des 4 groupes qui sont passés.

(P2 complète au TBI)

Le sang circule dans des vaisseaux sanguins qu'on appelle des artères, des capillaires et des veines

Extrait 28. Extrait de S2j1 « Formuler que le sang circule dans des vaisseaux sanguins » (cet extrait précède l'extrait 22). Minute 42 à 45. Tdp 59 à 73. Les élèves fournissent des réponses à la consigne « que vous apprennent ces trois documents sur la circulation sanguine ? ».

Les interventions de P2 prennent assez peu appui sur ce que fournissent les élèves dans le milieu. L'intervention de P2 en 61 pourrait signifier que ce que dit Sabi est correct et qu'il s'agit de compléter cette affirmation. En 63, P2 indique que Kous n'a pas apporté de compléments d'information. Par l'intervention 67, P2 demande un complément d'informations sur le ou les sens de la circulation sanguine ; Nave fournit ce complément d'information en 68, mais en fait P2 fournit une généralisation de 60 et 64, relativement aux lieux où circule le sang, mais sans tenir compte de la réponse de Nave, réponse qui est, elle, relative au sens de la circulation. Cette généralisation devient ensuite la trace écrite. Cet extrait indique que P2 récupère dans les interactions ce qui peut convenir à son projet d'enseignement de savoirs qui ont plutôt l'allure ici de savoirs descriptifs et que P2 s'appuie finalement peu sur les apports des élèves et par conséquent sur leur rapport aux objets de savoir en jeu qui sont pourtant livrés dans l'espace conjoint.

3.2.3.2. Une dévolution de tâches dans un espace restreint pour les élèves

L'espace réservé aux élèves dans le travail de co-construction nous semble restreint au sens où P2 dévolue aux élèves un type de tâche au cours de laquelle ils ont la charge de fournir une réponse à une question. Les élèves sont, comme le dit P2 dans l'entretien post protocole, mis en situation de « *produire une réponse après un stimulus* » (entretien post protocole, p. 90). C'est donc bien P2 qui initie les échanges auxquels vont participer les élèves mais, c'est, pour reprendre l'expression de P2 lors de ce même entretien, pour produire les conditions d'un apprentissage par « *stimulus-réponse* ». C'est bien d'une dévolution d'une tâche dont il s'agit et pas de la dévolution d'une prise en charge d'une construction de savoir dans un espace suffisant pour produire une construction intellectuelle épaisse. Ceci se traduit dans les consignes qui sont données, les moyens intellectuels mobilisés par les élèves sont à la mesure du faible espace laissé à ceux-ci.

20. P2 :-je vous avais dit puisque vous avez eu cette idée-là de la dissection qu'on allait disséquer un cœur pour savoir à quoi il servait et on va faire deux groupes donc / quand le groupe sera avec moi à la dissection pour essayer de répondre à la question / l'autre groupe lira fera cette lecture et complètera ces mots croisés ensuite on inversera les groupes pour que chaque groupe puisse assister à la dissection et que chaque groupe puisse réfléchir à la question / à quoi sert le cœur et fasse les mots croisés / qui est-ce qui peut répéter la consigne

Extrait 29. Extrait de S4j1. « Comprendre l'organisation du cœur ». Minute 3. Énoncé des consignes de travail à la classe, par P2.

Cet extrait donne les tâches à faire, situe l'organisation matérielle, indispensable, dans la classe ; tout comme la reprise de cet extrait de S5, à la minute 2 (Extrait 24, p. 202) :

11. P2 :- alors cet après-midi je vous ai préparé une fiche où il y a la photo du cœur telle qu'on aurait pu le disséquer et dessous il y a le schéma alors je vais vous demander de légènder ce schéma / alors qu'est-ce que ça veut dire de légènder un schéma ? qui peut expliquer la consigne / Moha ?
12. MOHA : -- *inaudible* indiquer qu'est-ce que c'est

Ces éléments relatifs à la faiblesse de la co-construction des savoirs sont évoqués par P2 de la façon suivante au cours de l'entretien post protocole : « *c'est très cadré voire borné et je me dis voilà je veux obtenir ça et donc c'est très fermé et ils*

n'auront pas d'autres possibilités » (entretien post protocole, annexes, p. 90). En conséquence la topogénèse est bien du côté des élèves quand ceux-ci sont « en activité », mais nous doutons qu'ils soient beaucoup en activité intellectuelle qui leur permettrait de prendre en charge, réellement, la construction, voire l'avancée des savoirs ; ils sont plutôt, topogénétiqument, dans un rôle d'exécutants de tâches à faible valence épistémique.

3.2.3.3. L'élève « actif » mais dans des situations à faible valence épistémique

Dans le fil de la séquence, les élèves sont positionnés de sorte à ce qu'ils soient actifs au cours des séances en manipulant lors d'ateliers scientifiques (S6) ou d'une dissection (S4), en examinant des documents (radiographie et angiographie par exemple en S2), en annotant des schémas de cœur (S5) ou en regardant des vidéos (des extraits de « C'est pas sorcier » en S2, S3, S6). Donnons à voir, plus précisément, un exemple de l'utilisation de la vidéo, en S3.

53. P2 :-- bon / vous allez observer une vidéo vous allez la regarder deux fois / oui / « C'est pas sorcier » / vous allez écouter / regarder et vous n'oubliez pas la question pourquoi est-ce que finalement=

(Extrait de « c'est pas sorcier » pourquoi notre cœur fait boum ? projeté au TBI. Dans cet extrait un cardiologue explique que le cœur droit envoie le sang dans les poumons, qu'il s'oxygène et le cœur gauche envoie le sang à tous les organes du corps.)

54. P2 :-- maintenant je ne veux pas vous entendre vous écrivez ce que vous avez compris /// et vous avez le droit de travailler par groupes

(P passe de groupes en groupes et interroge les élèves)

55. DJIN :-- ils ont dit qu'on a deux cœurs en parallèle
 56. P2 :-- oui / très bien et le cœur c'est un muscle ou pas ?
 57. DJIN :-- oui
 58. P2 :-- oui / très très bien et il sert à quoi le cœur
 59. DJIN :-- il envoie le sang dans les poumons

- 60. P2 :-- le cœur c'est comme une pompe et il envoie quoi ?
 61. YASS :-- le sang
 62. P2 :-- oui ! il envoie du sang alors tu écris

- 63. ELEV :-- quand le cœur se contracte / il aspire le sang / 5 litres dans le corps
 64. P2 :-- et est-ce que le cœur il ne fait qu'aspirer le sang ?
 65. ELEV :-- non / il rejette et expulse le sang
 66. P2 :-- alors le cœur c'est une pompe ou pas ?
 67. ELEV :-- oui / c'est un muscle / comme l'œsophage
 68. P2 :-- non non non

- 69. LOUE :-- le cœur il distribue tout
 70. P2 :-- c'est quoi tout ? qu'est-ce qu'il distribue ?
 71. ELEV :-- le sang / l'oxygène dedans dans tout le corps / dans les organes

- 72. P2 :-- et où se trouve l'oxygène / Boni ?
 73. BONI :-- dans le sang
 74. P2 :-- oui / très très bien / je voudrais que tu écrives tout ça / parfait

- 75. P2 :-- alors le cœur c'est deux pompes
 76. ELEV :-- il envoie le sang
 77. P2 :-- il envoie le sang où ?

78. ELEV :-- il envoie le sang qui a l'oxygène dans les organes / les muscles
 79. ELEV :-- et y'a une autre pompe pour les poumons
 80. P2 :-- oui ! bravo !

Extrait 30. Extrait de S3j2. « Comprendre pourquoi le cœur bat-il plus vite et respire-t-on plus vite quand on court ». Au cours de cette phase il faut répondre à la question « pourquoi le cœur bat-il plus vite ? ». Les élèves visionnent un extrait de DVD « C'est pas sorcier » et font part de ce qu'ils ont compris.

Dans cet extrait, les élèves prélèvent des informations du visionnement d'un extrait choisi de film. Ils ont la charge de restituer les propos du cardiologue (« *ils ont dit...* » 55) ; les élèves sont installés dans un rôle de récepteur d'informations qui sont en fait des réponses à une question relative au fonctionnement du cœur « *pourquoi le cœur bat-il plus fort lorsque l'on fait un effort ?* ». En outre, ce qui émerge de cette analyse *in situ* confirme que les savoirs, pour P2 et sur cet exemple, sont contenus dans la vidéo, voir dans la parole de l'expert, ici le cardiologue. Cet extrait révèle aussi, en partie, que les savoirs sont bien des savoirs-solutions ou des savoirs-réponses à des questions, pour le moins fermées « *c'est un muscle ou pas ?* » 56, « *le cœur, il ne fait qu'aspirer le sang ou pas ?* » 64, « *le cœur c'est une pompe ou pas ?* » 66 qui n'engagent pas vraiment à l'argumentation ou à associer ces savoirs à des explications.

Tout au long de la séquence de travail, P2 entend mettre les élèves en activité dans le sens de manipuler, agir avec des éléments plutôt matériels, et pas forcément symboliques, amenés par P2 dans le milieu d'apprentissage. Revenons sur les interactions 11 à 13 de S5j1 (donné en Extrait 24, p. 202) :

11. P2 :--alors cet après-midi je vous ai préparé une fiche où il y a la photo du cœur telle qu'on aurait pu le disséquer et dessous il y a le schéma / alors je vais vous demander de légender ce schéma alors qu'est-ce que ça veut dire de légender un schéma ? qui peut expliquer la consigne / Moha ?
 12. MOHA :-- *inaudible* indiquer qu'est-ce que c'est
 13. P2 :--voilà j'ai mis 1 2 3 4 parce qu'on avait vu 4 cavités hier il va falloir dire à quoi correspondent ces 4 cavités ces trous comme vous disiez et justement vous parliez d'oxygène tout à l'heure et il faudra mettre des couleurs pour qu'on comprenne eh bien le trajet du sang dans le cœur et vous vous aiderez de la photo et de la légende que j'ai mise pour compléter le schéma qui est en dessous donc Sabi tu vas distribuer avec Sami et vous pouvez commencer

Avec ces consignes, les élèves sont guidés dans l'utilisation surtout matérielle des documents fournis au détriment d'une exploitation qui pourrait être plus symbolique, c'est pourquoi nous disons que les élèves sont impliqués dans les activités à faible densité épistémique. L'analyse ascendante des pratiques *in situ* sur la séquence confirme cette volonté de mise en activité de manipulation : la dernière séance S6, appelée « ateliers scientifiques », est bien représentative de cette mise en activité des élèves qui parcourent 5 ateliers successifs, qualifiés de « *modélisation* » par P2. Dans ce cas, c'est de l'activité que pourraient naître des éléments de réponse. Reprenons deux des ateliers proposés dans les fiches support des ateliers:

Atelier pompage : (les élèves disposent de deux bacs remplis d'eau et d'une pompe en caoutchouc).

- Chronomètre combien de temps il te faut pour pomper les 3 litres d'eau d'un bac à un autre.
- Sais-tu en combien de temps ton cœur pompe 3 litres de sang ?

Atelier musculation : (les élèves disposent d'une balle de tennis et d'un chronomètre)

- Prends la balle de tennis dans ta main. Serre-la fortement. Chronomètre combien de fois tu peux la serrer fortement en une minute.
- Sais-tu combien de fois ton cœur se contracte en une minute ?

Les réponses factuelles à ces questions sont ensuite reprises lors d'un temps de mutualisation.

- P2 :--donc vous avez mis douze minutes / une bonne dizaine de minutes alors que le cœur lui votre cœur il fait cela en une minute alors ça veut dire que le cœur est un muscle très puissant puisqu'il arrive à faire circuler trois litres de sang dans le corps donc vous écrivez la réponse

Et un peu plus loin :

- 43. P2 :--donc quand vous avez fait l'atelier musculation eh bien imaginez que cette balle-là c'est votre cœur et qu'il se contracte 70 fois donc l'atelier musculation donc la question 2 c'était (P2 écrit au tableau) 70 fois pour un adulte par minute et 100 fois pour un enfant

Extrait 31. Extraits du jeu S6j6 «Mutualiser les ateliers scientifiques ». Minute 60, Tdp 25 et minute 80, Tdp 43. Une mise en commun des ateliers, orchestrée par P2, permet un temps d'institutionnalisation.

Les deux extraits cités ici indiquent qu'il y a le souci, dans cette classe, de mettre en correspondance les activités pratiquées avec un questionnement et en général, à un questionnement est associée une activité.

- 23. P2 :--(...) aujourd'hui je vais vous donner ces trois documents et à partir de ces documents on va vérifier si le sang passe bien partout et on va s'interroger sur le trajet du sang donc qui veut lire la consigne ?

Extrait 32. Extrait de S2j1 « Formuler que le sang circule dans des vaisseaux sanguins ; artères, veines, capillaires ». Minute 3. P2 livre les consignes de travail à la classe.

Cet extrait est en relation avec une question inscrite au TBI :

La circulation sanguine : où circule le sang ?

Que vous apprennent ces 3 documents sur la circulation sanguine ?

Ce que nous comprenons de ce qui est mis en place par P2 dans la classe est qu'une activité pour l'élève est conçue comme la recherche d'une solution univoque correspondant à une question venant de P2. Cette réponse doit être contenue dans le média ou l'activité. En S3, il s'agit là aussi de répondre à une question à partir de l'observation d'un tableau :

Observons le tableau des pulsations, des inspirations et des expirations.

Que remarquez-vous ?

Finalement, sous couvert de ces méthodes actives, il s'agit donc bien de répondre à des questions, pas forcément de construire des savoirs scientifiques. Nous confirmons ainsi que les savoirs en jeu dans cette classe sont bien des savoirs-solutions, non problématisés et que la topogénèse qui semble *a priori* équilibrée, car P2 donne des tâches à faire aux élèves, est finalement improductive sur le plan de la construction de savoirs scientifiques avec/par les élèves et que cela relève plutôt de la responsabilité de P2 (régulations inefficaces de P2, rejet de la recherche de savoir sur les médias, etc.). Enfin, les élèves sont installés dans des situations telles, qu'ils ne peuvent que très peu agir de façon active, intellectuellement, sur l'avancée des savoirs ; ils ne sont pas véritablement en puissance d'agir avec les savoirs. En situant les élèves dans un rôle presque d'exécutants, P2 prend toute sa place d'enseignant, qui enseigne des savoirs de type savoirs-solutions (cf. paragraphe 3.2.3.3. p. 207), initiés par des questions à réponse unique et avec un certain rythme imposé à la séquence, rythme que nous envisageons maintenant.

3.2.4. Une progression chronogénétique spiralée

Les nombreux extraits déjà visés nous informent sur le type de progression des savoirs dans la classe, au niveau microdidactique. Nous avons pu remarquer que, par ses interventions, P2 pouvait littéralement « donner » le savoir en jeu (se référer à l'Extrait 22 « le sang circule à sens unique » par exemple ou bien à l'Extrait 25, p. 203 « ça sort, c'est une veine »). Cette technique professorale permet indéniablement un gain rapide au jeu pratiqué (S2j1 et S2j2 par exemple, mais aussi S5j1 ou S6j2) et permet d'avancer, certes par à coups, dans l'enchaînement chronogénétique des savoirs. Mais certains de ces jeux rapidement gagnés (si tant est qu'ils sont gagnés pour les élèves) semblent être repris à d'autres moments, sous d'autres formes et avec des enjeux de savoir très proches. Ce qui nous fait dire que le déroulement de cette séquence de travail se fait, d'après nous, au niveau méso, selon des grands mouvements successifs, de groupe de séances semblant reprendre des éléments déjà envisagés, sous d'autres formes et dans d'autres situations. Dans un premier groupe de séances, les premiers jeux sur les « *représentations initiales des élèves* » (S1j1, S1j2), sont une tentative de délimitation des objets de savoir, puis une série de jeux amène aux notions de circulation du sang dans un système endigué (S2j1), à sens unique (S2j2) et à une première idée d'un lien entre les fonctions de nutrition. Le jeu S3j3 termine ce mouvement par une mise en couleur d'un schéma de la double circulation sanguine que nous comprenons comme un élément plus théorique. Un autre mouvement naît alors, où l'on envisage la question de savoir à quoi sert le cœur (S3j2), en y répondant cette fois-ci, par une série de jeux plus empiriques, éclairés sans doute en partie des éléments théoriques, portant sur la dissection du cœur (S4j1), des schémas du cœur à annoter (S5j1) et en revenant sur le transport de l'O₂ et du CO₂ par le sang (S5j2) et en finissant par les 5 jeux des ateliers scientifiques dont certains sont à vocation de modélisation. Certains de ces jeux de modélisation sont en partie des reprises ; par exemple, S6j1 est très proche de S5j1 et S6j4 est une partie du jeu S2j3. Le tout nous conduit à dire que le rythme des savoirs en jeu donne un mouvement spiralé à la séquence dans cette classe, confirmé par P2 lors des entretiens « *je pense qu'on est dans une démarche spiralaire* » (entretien post protocole, p.88) et que l'on pourrait résumer de la façon suivante :

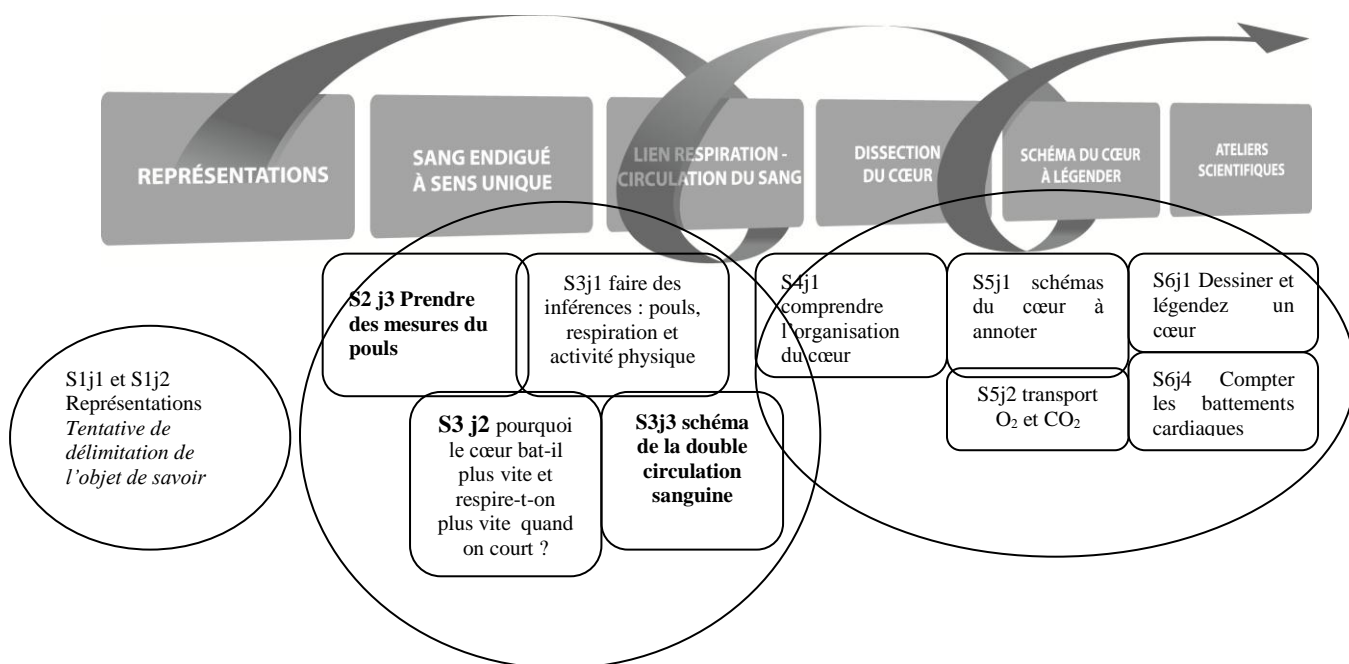


Figure 18. Bilan de la chronogénèse dans la classe n°2.

Au final, cette démarche spiralee tente de mêler des éléments théoriques à des éléments empiriques même si tout cela reste très implicite, et sans doute opaque pour les élèves. On pourrait même dire que cela est très peu intentionnel chez P2 qui nous dit au cours de l'entretien post S123 que le jeu S3j3, au cours duquel les élèves doivent mettre en couleur un schéma de la double circulation sanguine, est en réalité un jeu : « *pour mieux comprendre où ils en étaient pour m'aider à construire la suite* » (annexes, p. 84).

A l'intérieur de nombreuses séances, on a un fonctionnement visible assez fréquent, du type une question (à quoi sert le cœur ?, par exemple) → une activité (documents à exploiter, dissection, ateliers scientifiques, etc.) → une réponse. Ce fonctionnement pourrait s'apparenter à une forme de déclinaison personnelle d'une partie d'une démarche d'investigation.

Chaque séance, à l'intérieur de chacun des groupes dégagés, produit des traces écrites dont le statut n'est pas toujours clairement identifié ; nous estimons que les écrits produits ne sont pas toujours aidants pour les élèves pour se situer dans la progression chronogénétique. Les écrits collectifs transitent systématiquement par le TBI. Ils ont tous le même statut que ce soient des questions, des temps de recherche avec des savoirs provisoires ou écrits de travail, que ce soient des écrits qui sont des écrits validés dans la classe et institutionnalisés ; la forme et le traitement dont tous ces écrits font l'objet, au TBI, ne peuvent que conduire les élèves à penser qu'ils se valent. Ils ont ainsi peu de facilité à identifier ce qui devra par exemple être appris ou si ces écrits ont un statut d'écrits intermédiaires ; on retrouve là des régulations professorales peu aidantes, que nous avons pointées. Ainsi, ce qui est de l'ordre d'une tâche (« *indiquez les ressemblances et les différences que vous avez trouvées* »), d'un écrit de recherche (« *les ressemblances : le sang passe dans les veines partout, les différences : certains n'ont pas relié les veines entre elles. D'autres n'ont pas dessiné le cœur, les poumons et le cerveau. D'autres encore n'ont pas dessiné les reins, la bouche, le nez, le ventre* »), d'un questionnement (« *La circulation sanguine : où circule le sang ?* »), est au même niveau et n'aide pas les élèves à saisir ce qui initie le

savoir à construire, le savoir en construction, le savoir validé, ce dont il faudra se souvenir pour le réutiliser à un autre moment. Ce procédé ne rend pas transparentes les phases d'institutionnalisation pour les élèves, bien qu'elles soient systématiquement présentes. Donnons un exemple de la construction d'une trace écrite à partir d'un échange déjà analysé.

82. P2 :- mais regarde y'a un départ / (*P2 repasse au feutre les artères en rouge et les veines en bleu*) Aich tu es d'accord ça part là ça passe et le sang revient par là j'ai fait deux couleurs mais y'a un seul sens / Aich montre sur ton doigt là y'a les artères ici ça serait les capillaires et ça repart par la veine la circulation se fait à sens unique (*P2 écrit au TBI : La circulation sanguine se fait à sens unique*)
83. P2 :-vous coloriez comme j'ai fait moi sur le schéma du document 3 pour qu'on voit bien dans quel sens ça circule

Extrait 33. Extrait de S2j2. Il s'agit d'un jeu centré autour de la notion de circulation à sens unique. Minute 45 à 64. Interactions 74 à 98.

On pourrait dire qu'ici, on écrit pour faire croire qu'on a appris mais cela est factice : c'est une institutionnalisation qui devient un format scolaire attestant une fausse réussite d'une tâche, un leurre didactique pour maintenir les élèves dans le temps didactique (Marlot, Toullec-Théry 2011, p.23). Bref, les rouages de la construction des savoirs ne sont pas donnés à voir aux élèves. Dans ces conditions, il est difficile de co-construire des savoirs avec les élèves et pour eux de les repérer.

3.2.5. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes

Au terme de cette analyse, nous pouvons reprendre les caractéristiques des pratiques conjointes que nous avons dégagées. On note sur l'ensemble de la séquence de travail, que les savoirs de la classe ne sont généralement pas des savoirs problématisés ; ils ont plus l'apparence de savoirs solutions, réponse unique à un questionnement fermé, initié par P2. Ce qui est au cœur des pratiques de cette classe est une volonté de faire s'exprimer les représentations enfantines et de rendre l'élève actif, dans une série de situations où les médias jouent un rôle important : ils contiennent en eux-mêmes le savoir qu'il s'agit pour les élèves d'exhumer. L'analyse ascendante des pratiques *in situ* indique que les savoirs de la classe n°2 préexistent en dehors d'une construction intellectuelle qui prendrait ancrage dans une problématisation. Il est en outre mal aisé, dans cette classe, d'élaborer une référence commune au professeur et aux élèves. Nous avons également pu constater des positions topogénétiques plutôt équilibrées, les élèves entrant dans les jeux d'apprentissage proposés par P2, mais toute une série de gestes professoraux ne conduisent pas à baser la co-construction des savoirs sur des éléments du milieu hérités des élèves, et, de fait, l'ensemble est souvent improductif en termes de savoirs co-construits. Les élèves sont souvent installés dans un rôle d'exécutants de tâches encadrées par une question (plutôt fermée) au préalable et une réponse unique à sa suite ; le tout semblant faire office de déclinaison personnelle d'une possible démarche d'investigation. La démarche mise en place dans cette classe semble se dérouler selon des mouvements successifs donnant à l'ensemble un mouvement spiralé dans lequel on est tenté de reconnaître une imbrication d'éléments empiriques et théoriques qui ne sont pas tous intentionnellement positionnés par P2. Nous résumons l'ensemble de ces caractéristiques dans le tableau ci-dessous, en se basant sur les principaux jeux joués.

Tableau 7. Récapitulatif des caractéristiques des pratiques dans la classe n°2.

	Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3 et 3'	Séance n°4	Séance 5	Séance n°6
Principaux jeux joués	S1j1.2.3 « les représentations »	<p>S2j1 Le sang circule dans des artères, veines et capillaires</p> <p>S2j2 Le sang circule à sens unique</p> <p>Observation de documents</p>	<p>S3j1 Les rythmes cardiaques et respiratoires augmentent avec l'effort</p> <p>S3j2 Recherche de réponses à pourquoi le cœur bat-il plus vite ?</p> <p>Faire des inférences à partir d'un tableau de recueil de données</p>	<p>S4j1 « dissection du cœur »</p> <p><input type="checkbox"/> Le cœur est un muscle creux à quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules séparés par une cloison inter ventriculaire. Les veines caves amènent le sang dans l'oreillette droite et les veines pulmonaires amènent le sang dans l'oreillette gauche. L'artère aorte part du ventricule gauche et l'artère pulmonaire part du ventricule droit.</p> <p>Dissection d'un cœur</p> <hr/> <p>S4j2 « fiche mots croisés »</p> <p>Pas de savoir identifié</p> <p><i>Atelier de délestage</i></p>	<p>S5j1 « Schématisation du cœur »</p> <p>Mêmes savoirs que ceux de S4</p> <p>Schématisation</p>	<p>S6j1 à j6 « ateliers scientifiques»</p> <p><input type="checkbox"/> Le muscle cardiaque effectue un intense travail permettant la mise en mouvement d'une masse sanguine importante.</p> <p><input type="checkbox"/> Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier et qui peut être intense. On peut repérer des manifestations de l'activité cardiaque.</p> <p>Modélisations</p>
Nature des savoirs produits	Savoirs non problématisés, descriptifs, déjà-là, contenus dans les documents, exhumés des documents, peu construits avec les élèves					
Mésogenèse marquée par une fermeture du milieu et de rares espaces de co construction						
Chronogenèse spiralée initiée par les représentations des élèves et à deux mouvement successifs						
Topogenèse équilibrée mais improductive						

Examinons maintenant si certains de ces éléments caractéristiques des pratiques conjointes *in situ* peuvent prendre sens avec les apports des déterminants professeurs et élèves. En examinant les déterminants prévus par la TACD, il est nécessaire d'envisager d'une part le ROS de P2 et d'autre part l'adressage et l'épistémologie pratique. C'est ce que nous ferons dans un premier temps. Nous examinerons ensuite s'il est toujours pertinent de convoquer des déterminants venant des élèves et dans l'affirmative, nous envisagerons alors de quels déterminants il peut s'agir et leur rôle, si cela est utile, dans un second temps.

3.3. Des déterminants professoraux pour expliquer l'action conjointe

Du côté de P2, il semble que sa façon assez récente d'avoir appris la circulation du sang n'est pas sans lien avec ses pratiques d'enseignement, mais les pratiques conjointes *in situ* révèlent aussi qu'agrégés à ce premier déterminant, on trouve des éléments en lien avec un ensemble de théorisations acquises de façon plus ancienne à propos des savoirs, de l'enseignement et de l'apprentissage des savoirs scientifiques.

3.3.1. Des éléments du rapport aux objets de savoir de P2 sont explicatifs des pratiques conjointes

3.3.1.1. La circulation du sang est un concept complexe appris récemment

La manière personnelle qu'a P2 de connaître les savoirs de la circulation du sang est le résultat d'une acquisition relativement récente. Au cours de l'entretien ante protocole, P2 nous explique comment elle est entrée dans ce concept de la circulation sanguine qu'elle n'a jamais vu en formation initiale. Elle utilise des ressources de diverses origines. Nous retiendrons que P2 mobilise comme ressource principale des livres du maître⁸⁶ et des manuels de l'école⁸⁷, des DVD⁸⁸ et nous savons qu'elle fréquente le point sciences⁸⁹. Ces DVD particulièrement, lui ont permis « *de comprendre comment le cœur se place entre les poumons et les organes... ça a fini, tu vois, de me clarifier le sujet* » (annexes, p. 67). Enfin, il est important pour elle de compléter ses connaissances en les confrontant à celles d'un expert de ce sujet puisqu'elle a pris ses renseignements auprès d'un ami médecin. Des recherches sur internet complètent l'ensemble. P2 fait donc une synthèse de ces ressources plurielles et au final, la circulation du sang est pour P2 un concept extrêmement complexe ; ainsi quand elle regarde un schéma de la double circulation sanguine, elle a « *l'impression que c'est le moteur d'une voiture* » ! « *Quand je vois ça je me dis c'est quoi ce truc ?!* » (Entretien ante protocole, annexes, p. 74). Pour compléter ce que nous pouvons dire à propos du rapport aux objets de savoir de la circulation du sang pour P2, nous pouvons préciser que les savoirs de la circulation sanguine sont en réseau avec ceux liés à la digestion et la respiration, ce qui nous a déjà permis d'écrire que P2 aborde la circulation du sang par son versant épistémique « fonction de nutrition » et que cette mise en œuvre est en totale cohérence avec ce que nous avons décodé au

⁸⁶ « Enseigner la biologie et la géologie à l'école élémentaire : guide des professeurs des écoles », Tavernier Bordas

⁸⁷ « 64 enquêtes pour découvrir le monde », Magnard, 2003.

⁸⁸ DVD : « sciences et technologie à l'école », la collection des DVD « C'est pas sorcier », Sceren/la Map, Jeulin.

⁸⁹ Structure départementale pilotée par une conseillère pédagogique en sciences, sous la coupe de l'inspection académique.

cours de l'analyse *a priori*. Ainsi, la manière personnelle avec laquelle P2 est entrée dans ces savoirs, lui permet désormais de délimiter ce qui peut faire objet de savoir dans la classe : c'est la circulation du sang comme fonction de nutrition qu'elle met à l'étude dans la classe et les savoirs qui y seront produits sont ceux qu'on trouve dans des documents/ressources ou dans la parole des experts.

Cette manière de connaître les savoirs de la circulation du sang n'est pas sans lien avec une forme de théorie sur les savoirs qu'il s'agit de produire dans la classe. Revenons sur la nature des savoirs en jeu dans l'action conjointe de façon à examiner un autre déterminant de l'action conjointe.

3.3.1.2. Une théorie sur les savoirs : empirisme naïf et savoirs-solutions cohabitent chez P2

On peut noter chez P2 à la suite des analyses *in situ* une certaine forme d'empirisme naïf à travers la croyance que la solution aux questions qu'elle pose en classe se trouve dans le document, entendu ici dans le sens d'un substitut du réel ou d'objet pérennisant le réel ou donnant un point de vue particulier sur le réel (la dissection du cœur en ce sens est un document). Les analyses révèlent aussi quels types de savoirs les élèves doivent apprendre : des savoirs-solutions (dans le sens de réponse à une question fermée) ou des savoirs que nous avons décrits comme étant non problématisés (en tout cas, c'est ce que nous pouvons inférer de ce que nous avons vu que P2 a fait). Cette façon d'enseigner des savoirs solutions de la part de P2 est perçue par les élèves et se retrouve dans les propos de ceux-ci quand ils expliquent : « *quand on regardait les vidéos de « C'est pas sorcier », on voyait des différences avec ce que l'on avait écrit, pour mieux comprendre si c'était vrai ou faux, on voyait des images, des échographies et on apprenait plus de choses et comme ça, ça nous permettait de nous corriger par rapport à ce qu'on avait écrit* » (entretien post élèves, annexes, p. 122) ; les savoirs, à travers le cas de cette déclaration d'élève, sont évalués à l'aune de cette distinction vrai/faux sans aucun recours à l'argumentation. Probablement est-on là face à quelque chose relevant du sens commun, selon laquelle la dichotomie vrai/faux rend compte de ce qui est scientifique et de ce qui ne l'est pas. Une interprétation complémentaire consisterait à dire que ce point de vue sur les savoirs ne choque pas les élèves de cette classe, soit précisément parce qu'il renvoie au sens commun, soit parce qu'il a été installé dans la classe comme composante du contrat didactique.

Avoir pour soi (sans doute), l'idée que les savoirs sont des réponses à des questions et adopter, dans la classe, la position de délivrer des savoirs-solutions, c'est en même temps mettre en œuvre, nous l'avons vu, des pratiques qui installent les élèves dans la situation de répondre à des questions qui sont la plupart du temps fermées ; nous en avons vu un exemple à travers des interactions qui mettent, presque caricaturalement en jeu, des questions de ce type avec l'Extrait 30, p. 208 du jeu S3j1.

3.3.2. Apprendre pour soi et enseigner aux élèves : des ressemblances pouvant alimenter des théories

La manière avec laquelle P2 a pu s'appropriier les savoirs de la circulation du sang est d'une certaine façon transposée aux élèves et participe en partie à nourrir des théories implicites sur l'enseignement et l'apprentissage. Celles-ci sont bien sûr aussi alimentées par tout un ensemble d'autres éléments venant de connaissances théoriques sur l'enseignement et l'apprentissage en général ; nous focalisons ici sur ce qui

pourrait être explicatif de l'enseignement et l'apprentissage des savoirs de la circulation du sang.

3.3.2.1. Des théories sur l'enseignement des sciences...

Il nous semble que la manière qu'a P2 de connaître la circulation du sang (concept très complexe et fédérateur des fonctions de nutrition) est transposée d'une certaine façon dans les procédures que P2 met en œuvre pour enseigner au cours de la séquence soumise à notre analyse. Nous pensons pouvoir faire un parallèle, entre les ressources plurielles mobilisées chez P2 pour apprendre par elle-même, et la variété des documents fournis aux élèves de la classe (radiographie, angiographie, extraits de DVD, dissection, manipulation diverses au cours des ateliers scientifiques), pour enseigner ces savoirs. Également, de la même façon que P2 fait confiance à son médecin pour des compléments d'informations sur le sujet, elle donne à entendre aux élèves les propos d'un cardiologue pour enseigner le fonctionnement du cœur à travers une vidéo « C'est pas sorcier », celle-là même qui a permis à P2 de stabiliser un certain nombre de ses connaissances ; P2 se réfère à l'expert aussi pour enseigner. Enfin, la grande complexité qui fait, selon P2, la spécificité de la circulation sanguine, « *c'est super compliqué la circulation sanguine ! Je pense, personnellement, que c'est la notion la plus complexe à enseigner, vraiment la plus complexe* » (annexes, p. 73), ainsi que l'imbrication du concept au sein des fonctions de nutrition, obligent P2, compte tenu de son ROS, à adopter une démarche d'enseignement du type spirale comme nous l'avons indiqué plus haut qui engage la classe à revenir sur du « déjà vu » et donne à la séquence une chronogenèse spécifique « *dans la fonction de nutrition tout est tellement imbriqué qu'il faut faire des retours réguliers* » (annexes, p. 83) .

3.3.2.2. ... et sur l'apprentissage

Il semble que pour P2 l'élève apprenne, en sciences du vivant, tout comme elle a appris, à partir de ce qu'il y a dans les documents ou les supports proposés ; nous en avons donné de nombreux exemples, notamment à travers l'apprentissage *via* une vidéo. Cela semble confirmé par les propos de P2 : « *j'ai pas donné de support et il faut absolument qu'ils puissent valider ... par un document et là il me manque quelque chose, ... oui, il faut que je cherche un support, des documents, une vidéo, ..., je vais être dans du transmissif si je leur donne pas de quoi valider, donc ça va pas, y'aura pas de construction des apprentissages de leur part, ..., j'ai l'impression que je vais transmettre une notion* » (entretien ante S123, relativement à la séance S3, annexes, p. 80). Ce qu'ils ont à apprendre sont bien des savoirs solutions que les élèves ont la charge d'exhumer des documents.

La question est alors de savoir si un élève apprend comme un adulte avec les ressources cognitives de celui-ci, avec les références de celui-ci ou bien si l'apprentissage auprès de jeunes élèves c'est autre chose ? C'est une certaine conception de l'élève et des apprentissages qui est mobilisée ici. Cela signifie que, pour nous, « *être au clair sur les savoirs de la circulation du sang* » (*id*), comme dit l'être P2, ce n'est pas être au clair sur les savoirs à enseigner et encore moins sur la manière de les enseigner. Le résultat d'un processus d'apprentissage pour P2 est très frais pour elle et elle le transpose, en partie, comme processus d'enseignement. Les situations dans lesquelles P2 a appris et celles qu'elle met en place pour que ses élèves apprennent sont assez similaires quant à leur forme et à leur contenu. C'est une forme de théorisation de l'enseignement et de l'apprentissage, vis-à-vis des savoirs de la circulation du sang, qui mène à mettre en œuvre un principe du type « comme j'ai

appris tu apprendras » et qui ici dans ce cas, ferait, à côté d'autres éléments, office de modèle d'action pour l'enseignement et l'apprentissage, chez P2.

Enfin, au cours de l'entretien post protocole, P2 revenant sur sa propre pratique et la qualifiant, évoque vis-à-vis des élèves, un apprentissage par stimulus-réponse. Si les échanges sont très cadrés, si les questions sont très fermées, on est bien dans une forme d'apprentissage qui s'approche du « *stimulus-réponse* » (entretien post protocole, annexes, p. 90). Nous pensons pouvoir relier cette forme d'initiation d'interactions dans la classe, certes à une conception très behavioriste de l'apprentissage, mais aussi à une certaine forme du ROS de P2 qui lui fait considérer les savoirs scientifiques liés à la circulation du sang comme des savoirs-solutions ou des savoirs-réponses à des questions très fermées. Ainsi, installer les élèves dans des situations de classe, que nous avons décrites, mésogénétiquement, comme ne favorisant pas la co-construction des savoirs peut, selon nous, être relié aussi à cet aspect particulier du ROS de P2, à cette forme de relation épistémologique entretenue avec les savoirs de la circulation du sang.

Finalement, une partie de ce qui fait le ROS de P2 relatif à la circulation du sang (concept très complexe et fédérateur des fonctions de nutrition, notions en réseau) peut rendre explication de certaines caractéristiques des pratiques conjointes en lien avec des formes de théorisations de l'enseignement et de l'apprentissage. Développer vis-à-vis de la circulation du sang, un versant épistémique « fonction de nutrition », entrer dans ces savoirs par des moyens pluriels et en leur donnant un statut de savoirs-solutions, enfin développer une forme d'empirisme naïf quant à l'épistémologie des savoirs en jeu concourent à former une série d'éléments dont on peut dire qu'ils déterminent une partie des pratiques mises à jour au cours desquelles P2 fait extraire aux élèves des savoirs dont la construction n'est pas assurée, à partir de documents ou de supports variés, dans une mésogenèse faiblement co-construite. Ce sont les rapports épistémique et épistémologique de P2 aux objets de savoirs et un ensemble de théories sur l'enseignement et l'apprentissage qui nourrissent des schémas d'action possibles ou modèles pour l'action enseignante.

À côté de ces premiers déterminants, pour lesquels les entrelacs sont complexes, il est un autre déterminant fort qui trouve son origine dans le fait que les pratiques professorales sont adressées.

3.3.3. L'activité adressée : puissant organisateur des pratiques

Divers éléments nous permettent de dire qu'un déterminant fort des pratiques du côté de P2 est lié à l'adressage. P2 souhaite être en règle avec les institutions et ce d'autant plus que P2 est maître-formateur. Enfin, un élément déterminant contextuel nous semble majeur dans l'explication qu'on croit pouvoir donner aux pratiques ; le fait d'exercer en RAR.

3.3.3.1. Une tentative de mise en conformité avec les demandes institutionnelles

P2 applique le BO et d'une manière générale produit des pratiques en règle avec les demandes du moment, ou ce qu'elle en comprend : « prendre les représentations », « rendre l'élève actif ». Ce que nous avons identifié comme une démarche spiralée correspond en fait, pour l'enseignant, à une démarche d'investigation qu'elle met en place, telle qu'elle la comprend à travers les textes officiels. Ces déterminants sont d'autant plus prégnants qu'ils sont mis en œuvre par

un maître dont la fonction est de former des enseignants à certaines pratiques et donc d'expliquer des pratiques, voire de justifier la sienne.

« Prendre les représentations » et « rendre l'élève actif »

La position respectueuse que P2 développe vis-à-vis de la demande institutionnelle l'engage vers la volonté de mettre en application deux préconisations majeures (ou discours de la doxa) qui ont été interprétées par P2 d'une façon que l'on pourrait résumer de la manière suivante : « prendre » les représentations enfantines et rendre l'élève « actif ». Nous avons expliqué comment P2 installait les élèves dès S1 en situation de faire exprimer leur représentations concernant la circulation du sang dans le corps. Nous avons rapporté la manière avec laquelle ce travail avait été mené et notamment nous avons décrit des jeux « pour de faux » car les ROS des élèves n'étaient pas travaillés à des fins d'apprentissage. Cette position, sur l'émergence des représentations, ou « prendre » les représentations, comme si l'on pouvait s'approprier une partie de la pensée d'un élève, est une application maladroite ou une compréhension approximative de ce qu'il convient de faire pour rendre visible des systèmes explicatifs d'élèves quant au concept de circulation sanguine. Ce positionnement souvent admis dans la sphère de la formation professionnelle des enseignants va souvent de pair avec un autre positionnement relatif à l'activité des élèves. Mais cette activité n'est pas toujours entendue comme une activité intellectuelle de l'élève. P2 tente de se mettre en conformité avec cette position, avec peu de réussite, comme nous l'avons décrit au paragraphe 3.2.1.1, p. 192. Dans le cas présent, il s'agit de rendre l'élève actif par de la manipulation et des activités pas toujours axées sur du symbolique, comme nous avons pu le montrer dans l'analyse *in situ* des pratiques ; nous avons vu que les conditions n'étaient pas réunies pour que, dans l'action conjointe, une activité symbolique et intellectuellement dense soit toujours mobilisée.

Appliquer une démarche d'investigation

Ce que nous avons identifié comme une démarche spiralée pourrait correspondre à une démarche d'apprentissage par « *investigation-structuration* » car, nous dit P2, « *c'est quand même un schéma que tu peux appliquer sur l'ensemble des notions, c'est un cadre, je trouve que ce cadre est très très bien* » (entretien ante protocole, annexes, p. 65). Cette démarche est décrite par P2 comme étant en cinq temps, « *la démarche en cinq temps, donc, euh, les représentations initiales des élèves avec un questionnement, tu vois, euh, la démarche scientifique, quoi, avec les expériences et puis après comment dire l'institutionnalisation, voilà toutes ces étapes-là* » (*id.*). Pour P2, cette démarche doit être respectée car, comme l'indiquent les textes officiels, « *non seulement, je me réfère aux textes, mais, en plus, je leurs fais confiance* » (annexes, p. 77). P2 utilise cette démarche qu'elle ne questionne pas : en effet, « *la démarche d'investigation, c'est comme ci, comme ça, qui je suis moi pour mettre en cause, en doute, cette recommandation-là ... c'est la plus adaptée à la construction des savoirs des enfants* ». La progression spiralée que nous avons décrite semble confirmée par P2 ; en effet, après ce que nous avons décrit comme le premier groupe de séances de la séquence, une rupture s'installe car à ce moment-là « *j'étais embrouillée par rapport à la progression de la séquence* » (entretien post S123, annexes, p. 84). Et « *il me semble que je suis dans une logique de démarche expérimentale, on regarde le cœur, on passe à la représentation, à la schématisation, et après on fait des expériences, hein avec les ateliers scientifiques* » (entretien post protocole, annexes, p. 87). Finalement, « *je pense qu'on est dans une démarche spiralaire et il faut revenir sur des concepts qui ont été étudiés auparavant* » (*id.*),

même si, quoiqu'il en soit « *on n'entasse pas les connaissances* » (entretien post S123, p. 83). Il semble bien aussi que la mise en œuvre de la DI sous sa forme spiralée, et *a minima* avec un schéma simple identifié du type une question/une activité/une réponse, procède d'une interprétation singulière des textes décrivant cette démarche. Celle-ci est en outre valable quelque soit la notion en jeu, c'est donc une démarche un peu extérieure aux savoirs en jeu, une espèce de cadre formel qui a été pensé, par des spécialistes auxquels P2 fait confiance, pour permettre le meilleur apprentissage chez les élèves.

Ainsi, c'est autant la tentative d'un positionnement, que P2 pense en phase avec des textes officiels, que les types de savoirs complexes et en réseau qui peuvent donner des éléments d'explication à la chronogenèse spiralée que nous avons pu constater dans cette séquence (rappelons que la nature des savoirs eux-mêmes, selon P2, oblige celle-ci à revenir sur les contenus abordés et donc à produire en partie cette démarche spiralée).

La position de maître formateur de P2 la rend très attentive au BO ; elle respecte les programmes officiels (« *je suis fonctionnaire* »), l'ordre des programmes, et ne se sent pas en mesure de déroger aux prescriptions officielles. Au-delà d'une tentative de respecter les demandes institutionnelles, la référence à l'expert est toujours présente. P2 se rend au point sciences pour avoir l'aval du conseiller pédagogique sur sa séquence de travail ; comme il y a un expert de la circulation sanguine, il y a un expert de la pédagogie. Tout concourt à dire que P2, par ses pratiques, tente de ressembler à un bon sujet de l'institution « école primaire ».

Au final, nous faisons donc l'interprétation que des aspects caractéristiques des pratiques conjointes, dans la classe n°2, entre autres la « mise en activités », dans une démarche prétendument d'investigation, d'élèves dont on « prend » les représentations, peuvent prendre sens en estimant que P2 procède à une lecture particulière des préconisations en vigueur concernant la DI, les conceptions enfantines et l'activité de l'élève.

3.3.3.2. La fonction d'EMF⁹⁰ de P2 renforce la volonté de mise en conformité

La volonté, chez P2, de respecter, tant le BO que les discours officiels, est renforcée par sa fonction d'EMF. La mise en conformité avec les demandes institutionnelles est d'autant plus marquée que P2 se doit de présenter une action, actualisée par sa pratique de classe, la plus représentative, précisément, de ces institutions. En effet, sa fonction de maître formateur fait que ses pratiques sont soumises fréquemment aux regards extérieurs (par exemple les étudiants en formation), à la discussion, à l'échange, de sorte qu'on peut penser qu'elles sont contrôlées. P2 peut être tentée de mettre en œuvre des pratiques qui tiennent compte d'une certaine doxa en matière pédagogique. Par exemple, l'« émergence » des représentations indique qu'il y a dès S1, le souci pour P2 de faire poser par les élèves les connaissances dont ils voudront bien lui faire part. C'est la marque, du côté de P2, d'une volonté de mettre en œuvre ce qu'elle pense qu'il conviendrait de faire relativement aux connaissances préalables enfantines. Il en est de même lorsqu'il s'agit de « rendre l'élève actif », ces deux éléments sont sans doute à rapporter à une forme de discours ambiant dans le milieu de la formation professionnelle enseignante. En tant que professionnelle chargée de la formation de jeunes enseignants, P2 se doit

⁹⁰ Enseignant maître formateur.

de fournir une attitude exemplaire ; cette forme d'adressage et de respect d'une « norme » didactique peut être un élément supplémentaire parmi les déterminants des pratiques dans la classe n°2.

L'analyse que nous faisons ici, d'accorder à la fonction de maître formateur un rôle de déterminant d'une partie des pratiques de P2, et partant de l'action conjointe, résulte du travail précédent de mise à jour des pratiques examinées *in situ* mis en lien avec des éléments de son passé professionnel ; en effet, P2 a travaillé en SEGPA⁹¹ pendant plusieurs années et nous a dit bien connaître le contexte des écoles « difficiles ». Elle a pu intérioriser les pratiques mises en œuvre dans ce contexte et les considérer finalement comme classiques. Ce sont ces indices qui conforteraient notre proposition de mise en lien.

De même, examinons, une mise en lien que nous faisons depuis notre position de chercheur et pour laquelle, nous ne possédons pas d'indices clairs dans les propos de P2. Il s'agit d'un déterminant contextuel, la classe évolue dans une RAR⁹².

3.3.3.3. Un déterminant contextuel d'importance : enseigner en RAR

Il est également nécessaire de prendre en compte le contexte d'enseignement et d'apprentissage de la classe n°2, afin de préciser que les caractéristiques des pratiques conjointes dans la classe n°2 que nous avons examinées, dans l'analyse *in situ*, sont à contextualiser au milieu d'exercice de P2 : il s'agit d'une classe située en RAR (réseau ambition réussite). Nous rapportons certaines des caractéristiques des pratiques au contexte d'exercice, même si P2 dit, au cours de l'entretien post protocole, ne pas être consciente de ce lien que, en revanche, nous faisons depuis notre position de chercheur. Par exemple, la mise en place d'un milieu plutôt fermé et des régulations professorales guidant beaucoup le travail des élèves, soit une grande partie des spécificités mésogénétiques de cette classe, serait, selon nous, des caractéristiques à rapporter, en partie, au contexte d'exercice, comme d'autres nombreux travaux ont déjà, par ailleurs, fait ce lien (voir en particulier Bautier et Rayou, 2009 ; Bautier et Rochex, 2004). En fin d'entretien post protocole, P2 convient qu'elle a produit un apprentissage par « *stimulus-réponse* » dans cette classe ; il nous semble que cette vision de l'apprentissage peut, certes, être liée à des théories implicites à propos de l'apprentissage comme nous l'avons précisé quelques lignes plus haut, mais peut aussi, en partie, avoir été construite au cours de l'exercice du métier en RAR. Au final, cette conjonction d'éléments (des théories sous jacentes et le contexte d'exercice) pourrait avoir comme conséquence de restreindre grandement le champ d'action des élèves, par une mésogénèse faiblement co-construite et concourt à produire les éléments de la mésogénèse que nous avons donné comme caractéristiques, plus avant, dans le texte.

Nous rapprochons du contexte d'exercice, un dernier élément que nous avons pointé dans l'analyse *in situ* et relatif à la manière de produire des écrits dans la classe. Exercer en RAR, avec un public d'élèves dont la concentration vis-à-vis des tâches scolaires n'est pas toujours soutenue, peut amener aussi vers des pratiques qui tentent d'instaurer des temps de pause dans l'action enseignante. Ainsi, l'utilisation des écrits, faite de façon à entrecouper la séance de moments de pause ou de calme, au risque d'ailleurs, d'entraîner une sorte de confusion, nous l'avons dit, dans le statut des écrits : écrits de recherche, d'institutionnalisation, de questionnement. Ceux-ci

⁹¹ Section d'enseignement général et professionnel adapté.

⁹² Les RAR sont actuellement les ÉCLAIRS, écoles, collèges, lycées, ambition, innovation, réussite.

sont, de fait, traités de façon identique et empêchent parfois un repérage efficace, pour et par les élèves, des savoirs en jeu et à quel moment du processus d'apprentissage. Nous pensons pouvoir mettre en relation ces productions d'écrits, certes, avec, peut être, une théorie de l'apprentissage qui serait axée sur une vision du type « quand on a la réponse à une question, on possède le savoir, une fois dit ou écrit, c'est identifier pour les élèves », mais nous pensons aussi pouvoir rapprocher ces écrits au contexte d'exercice. En produisant ces types d'écrits, la classe parvient à une institutionnalisation qui relève plus de l'ordre du format scolaire attestant une fausse réussite que d'un réel apprentissage. On pourrait dire qu'il s'agit d'un effet Topaze en reconnaissant un savoir là où il n'y a qu'un apprentissage factice ; les écrits seraient alors un leurre didactique produit dans ce contexte d'exercice, précisément en RAR. On pourrait tout aussi bien dire que la phase d'investigation qui s'accompagne habituellement par des écrits de travail peut difficilement être identifiée comme telle par les élèves, ce qui peut influencer sur leur rapport au savoir, tout en renforçant l'idée de savoir-solution.

Enseigner en RAR pourrait alors être un déterminant supplémentaire très fort des pratiques.

Ainsi très indirectement, on aurait bien ici, en arrière fond, des déterminants contextuels prenant en compte les élèves puisque c'est parce que l'activité d'enseignement est adressée à des élèves du public RAR que P2 met en place (ou modifie) une pratique qu'elle ne produirait peut être pas ailleurs, dans d'autres contextes, chose que nous ne saurons jamais. Ce qui nous fait pencher vers l'hypothèse de ce déterminant contextuel fort est que nous avons relevé des indices d'une mise en lien d'éléments théoriques à des éléments plus empiriques au cours du mouvement spiralé de la séquence qui pourrait inviter à croire que P2 peut développer des stratégies d'enseignement différentes, plus élaborées (?), dans d'autres situations (?).

3.3.4. Une épistémologie pratique renforcée par une pratique en RAR et l'adressage

L'épistémologie pratique de P2 semble être en lien avec un noyau de croyances et de certitudes quant à la façon d'enseigner et d'apprendre que nous allons rassembler et dont nous allons essayer de comprendre l'origine.

Depuis le début de l'analyse des déterminants professoraux, nous nous sommes forgés une idée de ce que peuvent être les théories sous-jacentes, relativement à l'enseignement et à l'apprentissage, qui animent P2 ou que celle-ci peut mobiliser. Ainsi, nous avons eu l'occasion de relever que l'apprentissage « par stimulus-réponse » comme le qualifie P2, et qui renvoie à une forme aigüe de behaviorisme, pouvait faire partie d'un système qui rendrait compte ou alimenterait certains aspects des pratiques conjointes. Cet aspect serait renforcé par une vision de l'apprentissage « une question en classe → un savoir qui est la réponse » et une fois que ce savoir est dit, il est établi, comme nous avons pu le remarquer à propos des traces écrites par exemple.

À défaut de théorie véritable sur l'enseignement des savoirs de la circulation du sang, nous avons vu que P2 pouvait avoir simplement transposé sa propre manière d'apprendre en une manière d'enseigner aux élèves. Pour nous, cette forme embryonnaire de théorisation, non consciente, sur l'enseignement est issue en grande partie du rapport que P2 entretient avec les savoirs de la circulation du sang et

notamment le rapport épistémologique à ces savoirs qui fait considérer à P2 que les savoirs sont des savoirs-solutions, vrais ou faux, que l'on exhume de médias divers.

Cette réunion, d'un rapport épistémologique aux savoirs de la circulation du sang, et de théorisations souvent plus inconscientes que conscientes sur les savoirs et sur l'enseignement et l'apprentissage, forme un amalgame de croyances quant aux savoirs, leur apprentissage et leur enseignement, qui fonde l'épistémologie pratique de P2 alimentant les pratiques dont nous avons dressé les caractéristiques. Examinons quelle peut être l'origine de tels fondements.

P2 s'exprime ainsi lors de l'entretien post protocole « *la séquence, il me semble qu'elle tient la route ... en y réfléchissant, je maintiens cette séquence dans cet ordre-là* » (annexes, p. 87). Il nous semble que ces certitudes quant à la pratique ont été forgées, nous l'avons dit, dans un contexte particulier (de nombreuses années d'enseignement en RAR). On peut penser que ces pratiques forgées par l'expérience ont installé des convictions chez P2 dont elle ne peut se départir. Ce noyau dur des connaissances forgées par l'expérience en RAR valide les pratiques elles-mêmes ; on serait là dans une épistémologie pratique au sens de Sensevy (2007). Il nous semble que cette interprétation devrait tenir, car en outre, P2 est maître-formateur ; c'est donc un enseignant qui doit justifier fréquemment ses pratiques face à un public en formation professionnelle. Cette justification répétée est un moyen de renforcer des convictions vis-à-vis d'une pratique, on va dire, qui « fonctionne » dans le contexte d'exercice ; « tenir » les élèves de cette classe en RAR peut être associé à certaines caractéristiques des pratiques qui du coup sont validées par ce succès. Par exemple, il nous semble que la faible prise en compte des élèves par exemple dans la construction d'une référence commune ou une faible prise en compte des élèves dans la construction des savoirs de la classe pourrait être rattachée à une certaine vision de l'enseignement dans ce milieu RAR en particulier. On pointe là une difficulté, déjà rencontrée par de nombreux autres auteurs s'attaquant à l'épistémologie enseignante, dans l'approche d'une définition aisée de l'épistémologie pratique, celle-ci pouvant être caractérisée par des composantes qui ne sont pas toujours clairement identifiables et autonomes mais qui sont largement imbriquées les unes aux autres.

Ainsi, les éléments qui constituent l'activité adressée de P2 (la fonction de maître formateur exercée en RAR) ont été incorporés dans la pratique de P2, et c'est l'adressage qui devient, aux côtés d'un rapport aux savoirs de la circulation du sang et de théorisations concernant les savoirs, l'apprentissage et l'enseignement, un des éléments majeurs de l'épistémologie pratique de P2.

L'épistémologie de l'enseignante trouve des éléments d'explication dans des **aspects spécifiques** : la nature du savoir à enseigner, complexe, en réseau, selon P2, justifiant une démarche bouclée sur elle-même, car « *tout est lié* » dans ce concept faisant partie des fonctions de nutrition. Et les propres liens, de nature épistémologique, entretenus par P2 avec ces savoirs (des savoirs-solutions à exhumer des documents) engagent P2 vers des techniques allant vers une fermeture du milieu d'apprentissage. Des **aspects plus génériques** sont également dégagés : ce serait une pratique forgée dans certaines conditions (RAR) qui créeraient un noyau dur de croyances sur la pratique même si P2 se défend d'ailleurs d'une prise de conscience d'un tel phénomène.

3.3.5. Conclusion aux déterminants professoraux examinés

On a donc au final, pour expliquer une partie des pratiques, des déterminants professoraux, comme prévus par la théorie, qui sont d'une part le ROS de P2 incliné vers le versant « fonction de nutrition » et une manière de connaître les savoirs de la circulation du sang qui l'engage à attribuer aux savoirs le statut de solutions que l'on est susceptible de trouver dans des supports variés. D'autre part, P2 met tout en œuvre pour tenter d'être un bon sujet de l'institution « école » ; son respect de la doxa est renforcé par sa fonction de maître formateur ; les mises en œuvre des discours ambiants se faisant, avec des succès divers, nous l'avons vu, dans cette classe.

Finalement, nous avons pu relier des caractéristiques des pratiques conjointes dans cette classe n°2 avec un certain nombre de déterminants que nous avons attribués au professeur. Il semblerait qu'une grande partie des pratiques trouve des éléments d'explication dans une conjonction de déterminants. Le ROS, qui fait envisager à P2 les savoirs de la circulation du sang comme un système complexe récemment appris, des théorisations sur les savoirs (savoirs-solutions), des théorisations sur l'enseignement (exhumer les savoirs de médias) et l'apprentissage (stimulus-réponse) sont inter reliés à d'autres déterminants, sans doute plus généraux. Enfin, ces formes de théorisations amènent à produire des pratiques qui trouvent dans le contexte RAR une forme de validation, elle-même renforcée par la fonction de maître-formateur exercée par P2. Nous résumons l'ensemble de ces éléments de la façon suivante.

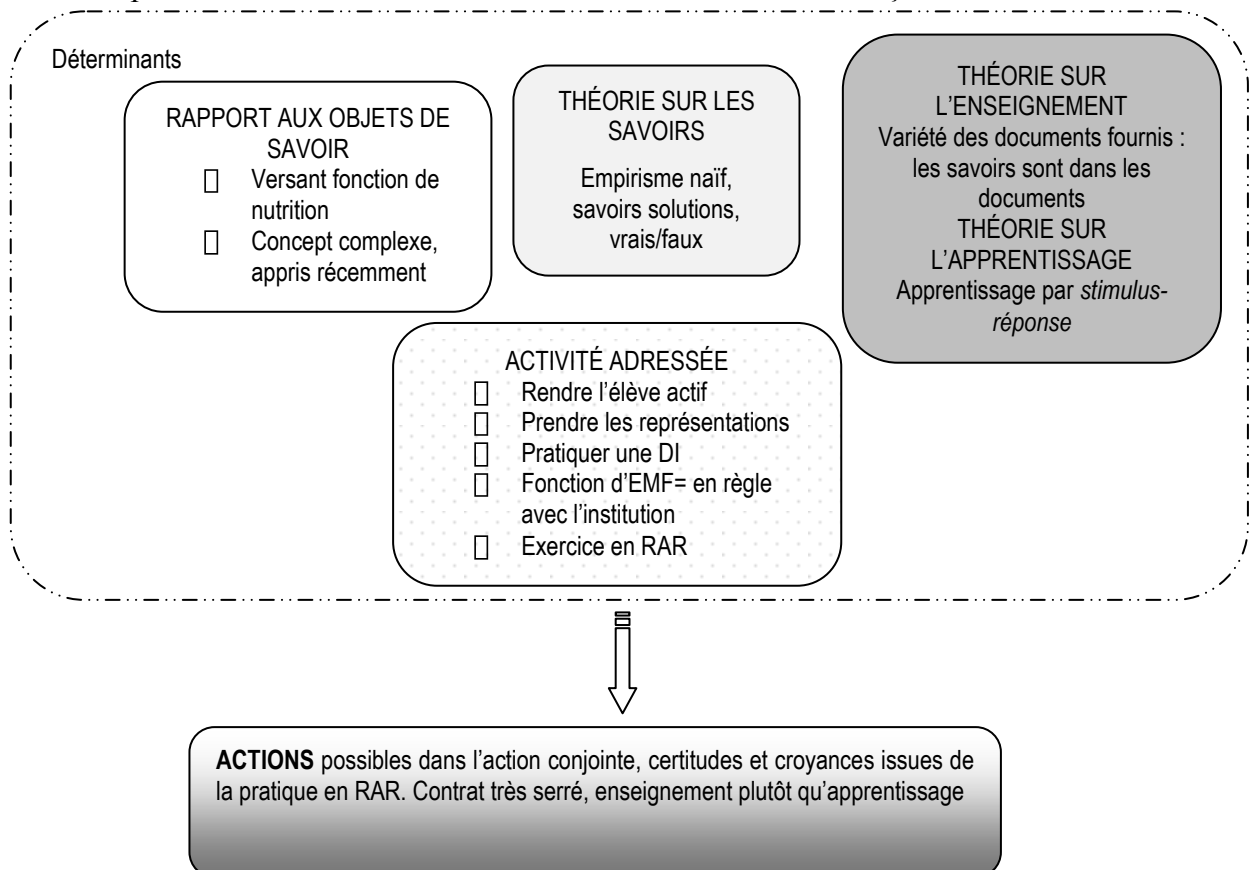


Figure 19. Déterminants professoraux possibles (P2).

Il y a ici de grandes difficultés à démêler les fils de ce qui fait la pratique de P2 dans l'instant de l'action conjointe. Cependant, on peut affirmer que les déterminants professoraux imbriqués les uns aux autres imposent un rythme à la séquence qui est plus celui de l'enseignement que de l'apprentissage. Cependant, pour aller plus loin dans l'explication de ce qui fait l'action conjointe et raffiner les connaissances sur les déterminants des pratiques conjointes, examinons des déterminants sans doute plus discrets de l'action conjointe, car ayant peu l'occasion de s'exprimer, nous l'avons dit. Pour cela, regardons du côté des élèves et de leurs éventuels déterminants.

3.4. Quelle place pour des déterminants élèves ?

Nous avons été amenée à décrire des pratiques au sein desquelles des espaces de construction partenariale existent, malgré parfois des ambiguïtés, mais il y en a. Ces espaces étaient difficiles à élaborer car des techniques professorales pouvaient restreindre l'espace des possibles pour les élèves de la classe. Nous avons déjà indiqué, à travers les extraits exploités, que globalement les élèves sont peu pris en compte par P2 qui axe son action préférentiellement sur l'enseignement. Quels sont alors les espaces dans lesquels le ROS des élèves peut exister ? Ou bien si ce n'est le ROS, alors le rapport à *l'apprendre* peut-il fournir des éléments explicatifs des pratiques conjointes ? Pour asseoir la nécessité de convoquer des déterminants élèves, nous revenons dans un premier temps, dans le paragraphe qui suit, sur des analyses de pratiques conjointes, pour que les analyses ne soient pas trop loin dans la pensée du lecteur, montrant à nouveau, mais sous un autre angle, la faible prise en compte du ROS des élèves puis, nous expliquerons en quoi des déterminants élèves peuvent rendre compte des pratiques.

3.4.1. Le ROS des élèves ne peut peser lourd dans l'action conjointe

De nombreux extraits précédents ont permis de constater la faible prise en compte du ROS des élèves dans les interactions avec P2 : par exemple, les extraits n° 21, 25, 26 et 28. Les extraits n°21 et n°28 (cf. p. 197 et p. 206) indiquaient que les questions posées aux élèves étaient très fermées et appelaient des réponses suite à un « *stimulus* », sans véritable expression de ce qu'ils pouvaient comprendre et par conséquent investir en termes de savoir dans la situation. Les extraits n°25 et n°26 (cf. p. 203) portaient sur les régulations menées par P2 et qui ne mettaient pas les élèves en puissance d'agir avec les savoirs, c'est-à-dire en fait à mettre en jeu véritablement leur ROS de sorte à le prendre en compte pour tenter de le modifier et tendre vers un ROS conforme à ce qui est attendu d'élèves de cet âge, à ce moment de leur scolarité et relativement aux savoirs enjeu des transactions didactiques. Sans reprendre de façon exhaustive l'ensemble de ces extraits, donnons un exemple à travers cet extrait situé en fin de S6, consacrée aux ateliers scientifiques. Intéressons-nous aux échanges qui se font, dans un temps de mutualisation des cinq ateliers scientifiques, à propos de l'« atelier pompage » au cours duquel il s'agissait de transférer 3 litres d'eau d'un aquarium vers un autre à l'aide d'une pompe.

13. P2 :--alors atelier pompage / on t'écoute / alors pour ceux qui l'ont fait il vous a fallu combien de temps pour transvaser les 3 litres d'eau ?
14. KOUS :--12 minutes
15. P2 :--12 minutes il vous a fallu et les autres combien est-ce que vous avez mis ?
16. YASS :--on n'a pas fini mais à la moitié on était à 4'60
17. P2 :--4 60 et vous aviez déjà transvasé 1 litre et demi / est-ce que vous savez en combien de temps votre cœur pompe trois litres de sang ?
18. ELEV :--non

19. ELEV :--une minute
20. ELEV :--deux minutes
21. P2 :--non / je lève le doigt et je réponds si je le sais oui Cher
22. CHER :--5 litres (*Cher a un livre documentaire devant elle qu'elle parcourt*)
23. P2 :--oui 5 litres c'est les adultes 3 litres c'est pour les enfants alors combien 5 litres c'est quand on est grand quand on est adulte alors tu as la réponse dans ton documentaire ?
24. CHER :--il pompe 7 500 litres
25. P2 :--c'est pas la question la question c'est le temps est-ce que tu le connais est-ce que c'est écrit dans ton documentaire ? /// le cœur il fait ce que vous avez fait en une minute en une seule minute alors que vous vous avez vu ça te dérange pas de parler en même temps que moi (*à l'adresse de Cher*) donc vous avez mis douze minutes une bonne dizaine de minutes alors que le cœur lui votre cœur il fait cela en une minute alors ça veut dire que le cœur est un muscle très puissant puisqu'il arrive à faire circuler trois litres de sang dans le corps donc vous écrivez la réponse

Extrait 34. Extrait du jeu S6j6. « Mutualiser les ateliers scientifiques Il s'agit ici d'un temps de mutualisation des différents ateliers. La discussion porte plus précisément sur l'atelier « pompage ». Minute 60 à 89. Interactions 13 à 25.

Le travail sur la quantité de sang pompé par le cœur par unité de temps pouvait être intéressant à mener à partir des données fournies par Cher mais cela n'entre pas dans le projet de P2 qui souhaite une réponse ponctuelle (1 minute). Cela confirme le type de rapport que P2 entretient avec les savoirs scientifiques, à ce moment-là, et maintenant nous pouvons dire, d'une façon générale, sans trop nous tromper ; ce sont des savoirs-solutions à des questions ponctuelles, pas des savoirs construits intellectuellement. Le volume de sang annoncé par Cher était tout aussi intéressant à discuter puisqu'il s'agissait ici du volume mis en mouvement par le cœur en, non pas une minute, mais en une journée. C'est une donnée tout aussi impressionnante à traiter que le travail du cœur en une minute. Finalement, il y a assez peu de place dans l'espace de l'action conjointe pour laisser exister différents rapports aux objets de savoir des élèves, notamment pourrions-nous dire, les ROS qui n'entrent pas très directement dans le projet d'enseignement de P2. Dans l'instant et l'espace de l'action conjointe, nous avons du mal à reconnaître la possibilité d'expression d'un rapport aux objets de savoir du côté des élèves.

On l'aura compris, le ROS des élèves est un peu mis à mal dans cette classe n°2, il a du mal à exister dans le cadre d'une action conjointe, car l'action conjointe est elle-même limitée par une série d'actions professorales que nous avons jugé pertinent de relier à des déterminants professoraux. Une grande part de l'action conjointe est celle de l'enseignement, cependant, des élèves apprennent, ils ont la place pour apprendre, soit dans l'espace conjoint, soit dans un ailleurs lié à l'action conjointe ; c'est ce que nous envisageons maintenant en allant à la recherche de déterminants élèves qui sont un peu plus éloigné de l'action ; nous voulons parler du rapport à *l'apprendre* des élèves.

3.4.2. L'expression d'un rapport à l'apprendre du côté des élèves

Des espaces d'apprentissage existent. Prenons le cas de Cher qui construit, selon nous, deux types de savoirs ; le premier dans une forme d'action conjointe et le second hors, directement, d'après nos analyses, de cette action conjointe.

Cher, au cours de l'entretien post, exprime parmi les éléments qu'elle a appris que le sang circule dans des artères puis dans des capillaires et des veines et « *il y a un seul sens* ». Cette notion de circulation du sang à sens unique peut être directement reliée à un savoir, rendu public, dans des conditions que nous avons rapportées, en

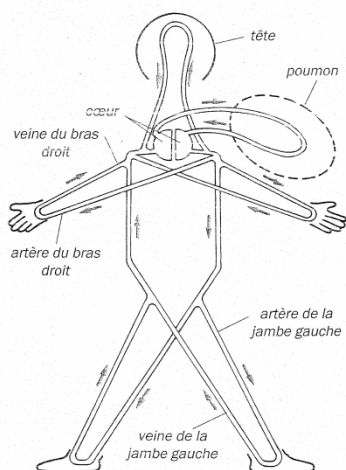
S2 (cf. Extrait 22, p. 199) ; il faisait même partie d'une trace écrite en fin de cette même séance. Nous pourrions donc dire que ce savoir est issu d'une action conjointe, même si les conditions de la mise en place de ce savoir ne résultent pas d'une construction mais plutôt d'une technique professorale que nous avons décrite comme étant une conclusion prématurément importée qui donnait, du coup, à ce savoir un statut de savoir-solution, mais pas d'un savoir-construit ; peu importe, il a été mis dans l'espace conjoint.

Cher est aussi à même de formuler, au cours de ce même entretien post, que « *les artères, c'est comme une veine, c'est comme si c'était un début d'un circuit et la veine, c'est la fin mais, sauf que ça fait le tour, comme si c'était comme une voiture de course, sauf que ça s'arrête pas* » (annexes, p. 122). Il y a donc, sous-jacente, l'idée d'un circuit fermé, *un début une fin et ça ne s'arrête pas*, mais cette idée de circuit clos n'a jamais été livrée de façon objective dans l'espace de la classe. Il n'est pas un savoir qui résulte immédiatement d'une action conjointe, rendue explicite dans l'espace de la classe. Plusieurs solutions s'offrent alors à nous pour comprendre comment Cher est détentrice de ce savoir-là. Première possibilité, Cher connaissait cette notion de circuit clos, avant tout démarrage de la séquence ; nous y croyons peu ; c'est un obstacle récurrent pour des élèves de cycle 3 et même au-delà. Deuxième possibilité, et c'est celle-là qui a notre préférence, ce savoir a pu être construit par cette élève, à l'aide d'une opération intellectuelle de transfert, de la compréhension d'un schéma à l'échelle d'un doigt (Document 5, p. 169), à l'échelle de l'organisme lorsque ce modèle de la circulation sanguine est proposé aux élèves en toute fin de S3 (et qui n'avait pas été anticipé lors des préparations⁹³) :

Document 10. Schéma proposé aux élèves au cours du jeu S3j3

LA CIRCULATION SANGUINE

* Colorie le cœur gauche et les artères en rouge ; le cœur droit et les veines en bleu.



Cher effectue ce transfert en le justifiant de la façon suivante au cours d'un entretien post : « *comme on a vu que c'était sur un doigt qu'il y avait les capillaires, comme ils sont tous petits, on ne les voit peut être pas [représentés]* », donc même non représentés, cette élève est tout à fait capable d'« imaginer » l'emplacement des capillaires sur ce modèle synthétique, alors que cette explicitation n'a jamais été rendue publique dans l'espace de la classe.

En saisissant cette continuité artères-capillaires-veines, la notion de circuit fermé est acquise : « *c'est comme si c'était comme une voiture de course, sauf que ça s'arrête pas* ». Des éléments sont donc mis en lien sans doute ici, pas par l'action professorale, pas non plus directement par l'action conjointe, dont nous avons dit qu'elle était déficiente sur

⁹³ C'est la raison pour laquelle, nous n'avons présenté pas produit antérieurement ce document.

ce point particulier, mais une partie de l'action a pu être conjointe, et Cher poursuit ensuite de manière plus autonome sur des enjeux particuliers qui ne sont pas les enjeux des jeux qui se jouent. Nous n'avons effectivement pas relevé de jeu dans la séquence qui serait du type « construire la notion de circuit fermé ».

Il s'agirait donc ici d'une construction dans l'espace privé de l'apprenant (évidemment, comme dans le cas de tout apprentissage) mais qui ne résulte pas d'une volonté de la part de P2 qui n'a pas construit de situation, consciemment, permettant de mettre en place cet apprentissage pour et par le collectif-classe.

Il nous semble alors nécessaire, à ce stade, de convoquer un autre déterminant, le rapport à *l'apprendre* de Cher, pour comprendre cet apprentissage dans sa sphère privée, dans son espace personnel et non dépendant d'une quelconque volonté de la part du professeur de favoriser cet apprentissage. En convoquant le sens et la valeur accordés aux savoirs on peut mieux comprendre ce qui se joue chez Cher.

En effet, celle-ci a un rapport à *l'apprendre* qui lui permet de faire une distinction entre les savoirs de l'école et les savoirs quotidiens car pour elle, aller à l'école, cela « nous permet d'apprendre des choses que l'on n'apprend pas forcément dans la vie quotidienne » (entretien post, annexes, p. 124). Elle développe un rapport à *l'apprendre* qui donne de l'importance aux savoirs de l'école ; elle fait une distinction entre, les savoirs quotidiens qu'elle peut posséder et qui prennent naissance hors l'école, et les savoirs de l'école qui nous permettent « d'améliorer nos performances » (*id.*). Les dimensions du rapport à *l'apprendre*, qu'elle nous donne à voir, nous invite à croire que cette élève est tout à fait capable, de mettre en lien cognitivement et « toute seule » pourrions-nous dire, les informations des deux documents importés et en faire la synthèse pour parvenir à la notion de circuit fermé.

Il s'agit bien selon nous d'un rapport à *l'apprendre*, c'est-à-dire une disposition particulière d'entrer dans les savoirs, une façon d'entrer en relation avec celui-ci. Ce rapport à *l'apprendre* n'est pas directement mis en jeu dans l'action conjointe qui, selon nous, mobilise plutôt les ROS des élèves à propos desquels nous avons analysé qu'ils n'étaient pas pris en compte par P2 sur ce savoir particulier. Ce rapport à *l'apprendre* est, de fait, un peu en dehors de l'action et il pourrait désigner des manières de concevoir *l'apprendre* ces savoirs-là, les dispositifs qui rendent disponibles (ou non) intellectuellement pour l'apprentissage. Il nous semble que LM construit une partie de son savoir dans des interstices privés qui ne relèvent pas directement de l'action conjointe, mais en utilisant des ressources publiques puisées dans les situations d'enseignement et d'étude (en l'occurrence, les deux documents déjà évoqués), installés dans l'action conjointe, cette fois-ci volontairement par l'enseignant. Bref, Cher apprend par son rapport à *l'apprendre* ce que le professeur n'enseigne pas (Mercier, 1998, p. 282).

Ainsi, pour comprendre ce bout d'action, le rapport à *l'apprendre* est un déterminant plus qu'acceptable, et c'est un déterminant que l'on pourrait tout aussi bien utiliser pour comprendre certains propos d'élèves ou absence d'action, non décrits dans la phase de caractérisation des pratiques justement parce qu'absents de l'action conjointe. Pour poursuivre l'interprétation, et aller vers une généralisation à cette classe, sur ces savoirs-là et dans les conditions décrites, ce n'est pas le ROS qui importe, puisque celui-ci ne peut pas véritablement vivre dans cette classe à milieu fermé, renforcé par les techniques professorales que nous avons décrites ; c'est bien plutôt un rapport à *l'apprendre* distancié de l'action conjointe qui prend une importance fondamentale ou pour le dire autrement, un rapport à *l'apprendre* qui

permet à l'action conjointe de produire des fruits inattendus, ou qui dépassent ou qui sont en dehors ou à côté d'enjeux définis par l'enseignant dans les jeux enseignés.

Nous avons vu comment Cher avait des dispositions pour apprendre à l'école, nous avons vu comment elle faisait lien, sans que celui-ci soit explicité dans l'espace conjoint, entre deux types de documents dans deux séances différentes. Voyons comment d'autres liens se tissent chez elle. « *Il y avait des capillaires sur l'intestin grêle, sur le gros intestin, et c'est là que j'ai compris qu'il y en avait dans le ventre, avant je ne savais pas quand on a travaillé, moi j'étais pas là, mais on m'a raconté, quand ils ont travaillé sur l'appareil digestif du mouton, ils avaient vu des capillaires* » (entretien post élèves, annexes, p. 121). Ceci va conduire Cher à produire des veines sur la silhouette fournie en S1 « *j'ai mis des veines dans le ventre* », même si, nous avons vu que le travail mené en S1 sur les représentations des élèves n'a pas conduit à rendre explicites les raisons pour lesquelles les productions étaient ce qu'elles étaient. Ces dispositions, que nous attribuons à son rapport à *l'apprendre*, dont nous avons vu l'importance de la dimension sociale dans la partie théorique, conduisent cette élève à s'engager dans des interstices de l'action conjointe, interstices dans lesquels les apprentissages sont possibles. Ce sont bien le sens et la valeur accordés aux savoirs enjeu ici, qui en dépit d'un milieu qui laisse peu s'exprimer les ROS des élèves, vont rendre possible des apprentissages, largement hors de contrôle de l'action enseignante. Enfin, pour Cher, comme la science est quasiment un jeu où on s'amuse à faire des expériences « *c'est comme si c'était un jeu* » (entretien post élèves, annexes, p. 123), les dispositions sont doublées d'un plaisir qui fait partie intégrante de son rapport positif vis-à-vis de l'école, et de ces savoirs-là en particulier. Le sens et la valeur que Cher accorde aux savoirs de la circulation du sang peuvent être reliés à des événements personnels dans la vie de Cher qui a, nous l'avons déjà signalé (p. 194), eu l'occasion d'accompagner sa maman lorsque celle-ci a fait un don de son sang et ainsi de voir des constituants du sang au microscope.

Nous ne retrouvons pas par exemple ces dispositions, nous dirions ce rapport à *l'apprendre*, chez deux autres élèves, dont Ahme qui formule par exemple « *c'est bien trop compliqué je préfère ma façon* » après qu'il nous ait expliqué une circulation sanguine improbable et qu'on lui ait présenté une circulation sanguine plus conforme aux connaissances scientifiques. Il y a peu de chance également que Mimo, compte tenu de son rapport à *l'apprendre*, s'insinue dans les interstices de l'action conjointe « *j'ai pas envie, ça nous arrivera un jour, parce que si on est mort, le sang il va pas couler, moi j'ai peur, si on parle de ça, je vomis je ne dors pas la nuit, j'ai peur* » (entretien post élèves, annexes, p. 131). Le sujet même de la circulation du sang fait déjà peur à Mimo, en relation avec « *le sang des règles* » nous expliquera-t-elle. Et puis, les sciences n'ont pas la préférence de Mimo qui « *n'aime pas savoir ce qu'il y a dans les corps, j'ai pas envie de savoir qu'est ce qu'il y a* ». Dans ces conditions, comment s'investir sur un sujet comme celui-ci ? Mimo ne développera certainement pas les mêmes dispositions pour récupérer ces « fruits inattendus » de l'action conjointe ; ainsi Mimo explique ce qu'elle devait faire en relation avec le schéma de S3, de façon très différente par rapport à Cher, « *la maitresse nous a donné un garçon on devait colorier les trajets... j'ai mis le bleu, j'ai colorié ça en rouge ... si tu as le sang qui va d'un côté et l'autre sang il va dans l'autre, ça va se mélanger, je pense que oui* ». Cet extrait d'entretien post élève (annexes, p. 130) confirme que Mimo développe un type de rapport à *l'apprendre* qui la situe dans l'action, pas dans les savoirs (imbrication du Je dans la situation).

Au final, dans cette classe en RAR, compte tenu des pratiques de P2, l'élément déterminant ici pourrait être le rapport à *l'apprendre* des élèves, dont on sait qu'il est en grande partie construit hors l'école. On pourrait donc affirmer que les pratiques de P2 rendent plus saillantes les différences entre les rapports à *l'apprendre* des élèves. On pourrait dire que les pratiques de P2 renforcent les inégalités d'apprentissage, en ne laissant que peu de place aux ROS des élèves dans l'action, et en obligeant, ceux qui en ont l'envie et les ressources bien sûr, à s'engager dans les interstices de l'action conjointe et construire des apprentissages sous-tendus par leur rapport à *l'apprendre* et qui les mobiliserait. Ainsi, les impacts professoraux dans cette classe imposent un rôle fondamental du rapport à *l'apprendre* des élèves en laissant peu d'espace aux ROS des élèves dans l'instant de l'action conjointe.

P2 ne laisse pas vivre dans l'espace de la classe ce que les élèves peuvent apporter. Ce que Cher a comme connaissance (les globules rouges, les compartiments de liquide pour figurer les veines), qui sont des savoirs construits hors de l'école, manifestement, ne peut exister dans cet espace de la classe, dans cette action conjointe.

Ces éléments nous conduisent à penser que c'est bien un rapport à *l'apprendre* qui peut expliquer certaines des raisons qui font que des élèves vont apprendre sans que cela soit en lien avec un projet d'enseignement visant un apprentissage. Dans cette classe, l'action conjointe fait la part belle aux déterminants professoraux, les ROS des élèves étant peu exprimés, c'est leur rapport à *l'apprendre* qui devient majeur.

3.5. Conclusion générale à l'étude *in situ*

Afin de parvenir à un bilan de l'étude *in situ* dans cette classe n°2, nous pouvons reprendre les lignes de forces de ce que nous avons dégagé au cours d'une conclusion intermédiaire (cf. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes, p. 212). Les savoirs qui vivent dans cette classe sont des savoirs la plupart du temps non problématisés, ce sont plutôt des savoirs-solutions, réponses uniques à des questions. Les élèves sont souvent positionnés comme exécutants de tâches à faible valence épistémique en exhumant des nombreux documents fournis des savoirs déjà-là et très peu construits à l'aide de ce que les élèves peuvent introduire dans l'action conjointe. Les espaces de réelle construction partenariale des savoirs sont rares et la topogénèse souvent improductive. Le contrat didactique dans cette classe laisse très peu de place pour la prise en compte du ROS des élèves alors même que les élèves ont une possibilité d'expression de leur ROS en tout début de séquence.

Nous avons inféré des pratiques conjointes, des déterminants professoraux à propos desquels nous avons dit que la manière de connaître de P2 les savoirs de la circulation du sang, se situe du côté du versant « fonction de nutrition », que ces savoirs ont été récemment acquis en lien avec une formation initiale essentiellement littéraire. Ses théories implicites sur les savoirs lui font voir ceux-ci comme des savoirs-solutions, du type vrai/faux, le tout alimenté par une forme d'empirisme naïf. En lien avec cet empirisme naïf, les théories implicites de P2 sur l'enseignement et l'apprentissage sont axées sur la mise à jour de savoirs contenus dans des documents proposés aux élèves qui sont censés apprendre par *stimulus-réponse*. Nous avons mis en lien ces premiers déterminants professoraux avec un second groupe de déterminants que nous attribuons à l'activité adressée. Ce que P2 comprend des demandes institutionnelles peut se résumer de la façon suivante : « prendre » les représentations des élèves et rendre ceux-ci « actifs » ; sa déclinaison personnelle de la

DI peut se traduire ainsi : une question, une activité, une réponse unique. Ces deux grands blocs de déterminants alimentent une série d'actions dont certaines sont sollicitées dans l'action conjointe.

Dans cette action conjointe, les ROS des élèves sont peu pris en compte même si la volonté de P2 est de laisser s'exprimer ces ROS et qu'ils sont réellement exprimés au début de la séquence. Cependant, sans une réelle prise en compte des ROS des élèves, ce sont surtout les déterminants professoraux qui rendent explication de l'action conjointe en imprimant le tempo de l'enseignement dans la séquence observée. Le contexte RAR et la fonction d'EMF de P2 ne semblent pas étrangers à l'induration de ces éléments de déterminations qui constituent alors des formes de croyances renforcées car validées par la pratique elle-même.

Dans ces conditions, nous n'avions pas d'autres moyens, pour comprendre certains aspects des pratiques que de convoquer le rapport à *l'apprendre* d'élèves et ainsi aller plus avant dans la compréhension des pratiques. Ainsi, c'est le RAP de Cher qui nous a permis de saisir comment des apprentissages pouvaient se faire en lien avec l'action conjointe mais en marge de celle-ci. C'est aussi le RAP qui peut expliquer des différenciations dans l'implication de certains des élèves, et pas d'autres, dans l'action conjointe et partant peut expliquer des différenciations dans l'apprentissage. Les déterminants professoraux à l'origine des pratiques dans cette classe ont pour effet la non prise en compte, en général, du ROS des élèves ; ce sont des dispositions plus générales issues, dans les exemples vus dans cette étude de cas, du milieu familial qui déterminent alors une possibilité de faire jouer son ROS dans des interstices de l'action conjointe. Alors que pour d'autres, les ressources dont ils disposent sont insuffisantes à permettre ces mises en lien, dans un espace privé ; les mises en lien n'étant pas faites sur la base des ROS des élèves, par défaut de prise en compte de ceux-ci, dans l'espace conjoint. En d'autres termes, s'interdire, de fait, par les techniques professorales que nous avons décrites, de travailler avec les ROS des élèves dans l'action conjointe c'est rejeter le travail réel d'apprentissage pour chaque élève dans sa sphère privée avec comme seule aide, le RAP dont on sait qu'il est construit pour partie hors de l'école. Et c'est de fait instaurer une différence dans les apprentissages chez les élèves.

Chapitre 3. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°3

1. Le contexte de l'étude de cas n°3

1.1. L'école

Il s'agit d'un groupe scolaire (maternelle et élémentaire) d'environ 200 élèves situé en milieu rural, dans la première couronne de la métropole toute proche. Il y a 9 enseignants dont un chargé d'assurer les compléments de service du directeur ou des maîtres-formateurs. Il n'y a pas de structure chargée d'accueillir des élèves en difficultés particulières ; ni RASED, ni CLIS. Cette école accueille des élèves dont l'origine sociale est mixte et on trouve toutes les catégories socioprofessionnelles parmi les parents.

1.2. L'enseignante

P3 est âgée de 39 ans. Après un Bac S, P3 a fait une licence de biologie cellulaire puis une maîtrise d'immunologie dans la région avant d'obtenir un DESS « relations publiques de l'environnement » à Nanterre. P3 a travaillé pendant 5 ans dans un CIVAM⁹⁴ puis licenciée, P3, afin d'aider dans l'entreprise de son mari, a passé et obtenu un DUT en un an de GEA⁹⁵ en comptabilité. Enfin, elle a été reçue aux tests d'entrée à l'IUFM et, à la suite de sa formation, est devenue professeur des écoles. Elle a obtenu le diplôme de maître-formateur en 2007. Elle a ainsi dix années d'ancienneté dans le métier et est en poste depuis huit ans dans l'école présentée sommairement plus haut. Volontaire pour participer à la recherche, P3 dit aimer les défis, la nouveauté et se mettre dans des situations qui l'obligent à chercher et réfléchir.

1.3. La classe

Il s'agit d'un CM1-CM2 de 24 élèves, comprenant 7 CM1 (4 garçons, 3 filles) et 17 CM2 (7 garçons, 10 filles). Certains élèves de la classe sont décrits par P3 comme hyper-performants, d'autres discrets, un autre bagarreur, un autre enfin prenant souvent la parole. Il n'y a pas, selon P3, de difficultés scolaires particulières pour les élèves.

2. Analyse a priori des savoirs en jeu

Nous donnons dans un premier temps nos interprétations de ce que nous comprenons des tâches fournies aux élèves ; l'analyse portera aussi sur les difficultés prévisibles pour les élèves en fonction de ces tâches. Ensuite, nous présenterons la séquence dans son ensemble, telle qu'on pense qu'elle est prévue par P3 en fonction des indices que l'enseignante nous fournit (entretiens et préparations essentiellement).

⁹⁴ Centre d'initiative pour valoriser l'agriculture et le milieu rural ; émanation du ministère de l'EN et de l'agriculture.

⁹⁵ Gestion des entreprises et administrations.

2.1. Le prévisionnel de la séquence préparée par P3

2.1.1. Présentation des tâches prévues pour les élèves et supports des tâches

Les préparations sont fournies les unes après les autres au cours des entretiens ante séances. Il y a au total 7 séances prévues dans cette classe n°3.

2.1.1.1. Séance 1. Situation d'entrée : l'organisme à l'effort

D'après la fiche de préparation de P3, il s'agit de faire trouver aux élèves une situation qui montre le lien entre respiration et circulation sanguine soit une situation d'activité physique, et par contraste avec la situation de repos, de repérer des changements au niveau cardiaque et au niveau respiratoire.

Tâche. Construire un tableau de recueil de données

L'enjeu de la séance S1 est de construire un instrument de recueil de données. Un exemple de tableau est fourni par P3 dans sa préparation à propos duquel on peut dire qu'il n'est pas opérationnel car redondant voir comportant des informations incohérentes.

Proposition de tableau :

	Rythme respiratoire avant effort (/min)	Rythme respiratoire après effort (/min)	Rythme cardiaque avant effort (pulsations /min)	Rythme cardiaque après effort (pulsations /min)
Au repos				
Effort modéré				
Retour au repos				
Effort important				
Retour au repos				

Document 11. Tableau de recueil de données.

On peut par exemple remarquer que deux colonnes sur les 4 proposées concernant les rythmes cardiaques et respiratoires sont inutiles ; le croisement des colonnes et de certaines lignes aboutissent alors à des informations discordantes.

2.1.1.2. Séance 2. Recueil et traitement de données

La séance S2 est la mise à l'épreuve de l'outil précédemment construit de recueil des données.

Tâche n°1. Recueil de données

Au cours de cette tâche, il est prévu que chaque élève prenne son pouls et son rythme respiratoire dans trois situations : au repos, à l'effort modéré et lors d'un effort soutenu. Les données doivent être consignées dans un tableau élaboré en S1.

Tâche n°2. Exploitation des données

Les tâches sont différenciées pour les deux niveaux de classe. Les CM1, étayés par P3, doivent produire un graphique à l'aide des données recueillies pendant que les CM2, en autonomie, doivent rédiger un texte explicatif à propos de l'interprétation des mêmes données.

2.1.1.3. Séance 3. Exploitation des données

Cette séance prévoit dans un premier temps une lecture critique des données recueillies en S2 et notées dans le tableau élaboré en S1, puis dans un second temps il est prévu de traduire ces données sous forme d'un diagramme.

Tâche n°1. Analyse critique des mesures effectuées

Les données recueillies par les élèves au cours de la séance S2 doivent être lues à l'aune d'un tableau dit de référence donné par P3 et que nous reproduisons ci-dessous.

	Au repos	Après un effort moyen	Après un effort intense
Rythme cardiaque (nb de battements/minute)	85	130	150
Rythme respiratoire (nb de respirations/minute)	12	50	120

Document 12. Tableau de référence. « Rythmes cardiaque et respiratoire moyens d'un enfant de 12 ans ».

Tâche n°2. Construire un diagramme de mesures physiologiques

Tous les élèves doivent bâtir un diagramme « rythmes respiratoire et cardiaque en fonction de l'activité physique » soit à partir du tableau de référence soit à partir des mesures obtenues en S2.

2.1.1.4. Séance 4. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?

L'objectif affiché par P3 dans cette séance est de faire un lien entre la variation du rythme cardiaque et l'effort fourni par l'organisme et ainsi comprendre qu'au cours d'un effort, les muscles consomment davantage d'énergie produite grâce aux nutriments et au dioxygène transportés par le sang jusqu'aux muscles en activité. Rythmes respiratoire et cardiaque augmentent en quelque sorte pour subvenir à ces nouvelles exigences énergétiques.

Cette séance comprend deux tâches. La première est essentiellement documentaire, la seconde est une production de schéma prenant appui sur le travail documentaire précédent.

Tâche n°1. Tirer des informations d'une série de 3 documents

Les documents-soutiens des recherches documentaires sont reproduits ci-dessous :

- Les besoins des muscles
- Débit sanguin au repos et pendant une activité physique
- Comment l'oxygène arrive dans le sang

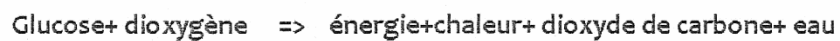
Les besoins des muscles

Le muscle a besoin de glucose et de dioxygène ; il rejette du dioxyde de carbone.

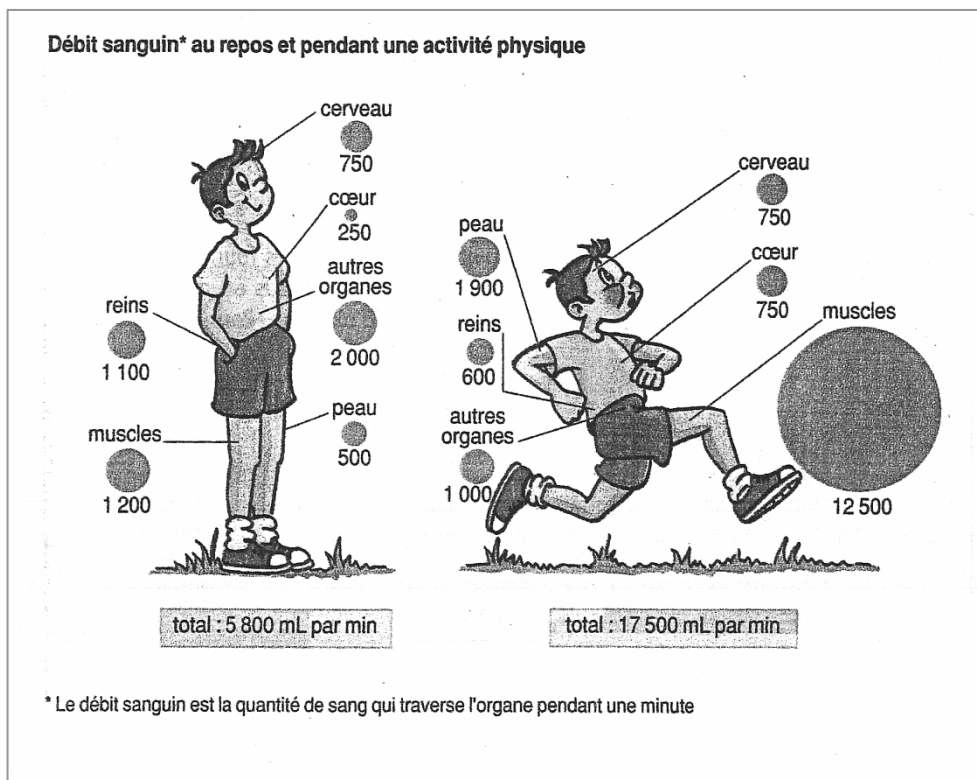
Plus le muscle est actif, plus il consomme du dioxygène et du glucose et rejette du dioxyde de carbone. Pour que ces échanges entre le sang et les muscles augmentent, le débit sanguin doit augmenter au niveau des muscles.

L'augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire permet d'apporter beaucoup plus de dioxygène et de glucose et de façon plus rapide.

Dans les muscles, une réaction chimique entre le dioxygène et les nutriments (glucose) libère de l'énergie dont une partie est utilisée par les muscles pour leur fonctionnement alors que l'autre est transformée en chaleur et évacuée par la peau :



Document 13. Les besoins des muscles.



Document 14. Débit sanguin au repos et pendant une activité physique.

Comment l'oxygène arrive dans le sang

- Au repos, tout ton sang passe dans tes poumons en une minute. Lorsque ton sang passe dans tes poumons, il se charge en oxygène prélevé dans l'air.
- Les poumons sont constitués de 200 millions de petites poches : les alvéoles pulmonaires. Toutes dépliées, elles mesurent la même surface qu'un terrain de tennis ! Ces alvéoles sont entourées de multitudes de très petits tuyaux : les capillaires sanguins. L'air arrive dans les poumons lorsque tu inspires et passe par les alvéoles pour arriver dans le sang.
- Le sang transporte l'oxygène dans tout le corps et jusqu'au bout de tes doigts.

Document 15. Comment l'oxygène arrive dans le sang.

Tâche n°2. Réalisation d'un schéma

A l'aide des documents précédents et d'un texte rédigé à l'issue de l'analyse documentaire effectuée, P3 demande aux élèves, si l'on en croit sa fiche de préparation, de réaliser un schéma censé témoigner des liens entre dioxygène, nutriments, sang et respiration.

2.1.1.5. Séance 5. Étude de la petite et de la grande circulation

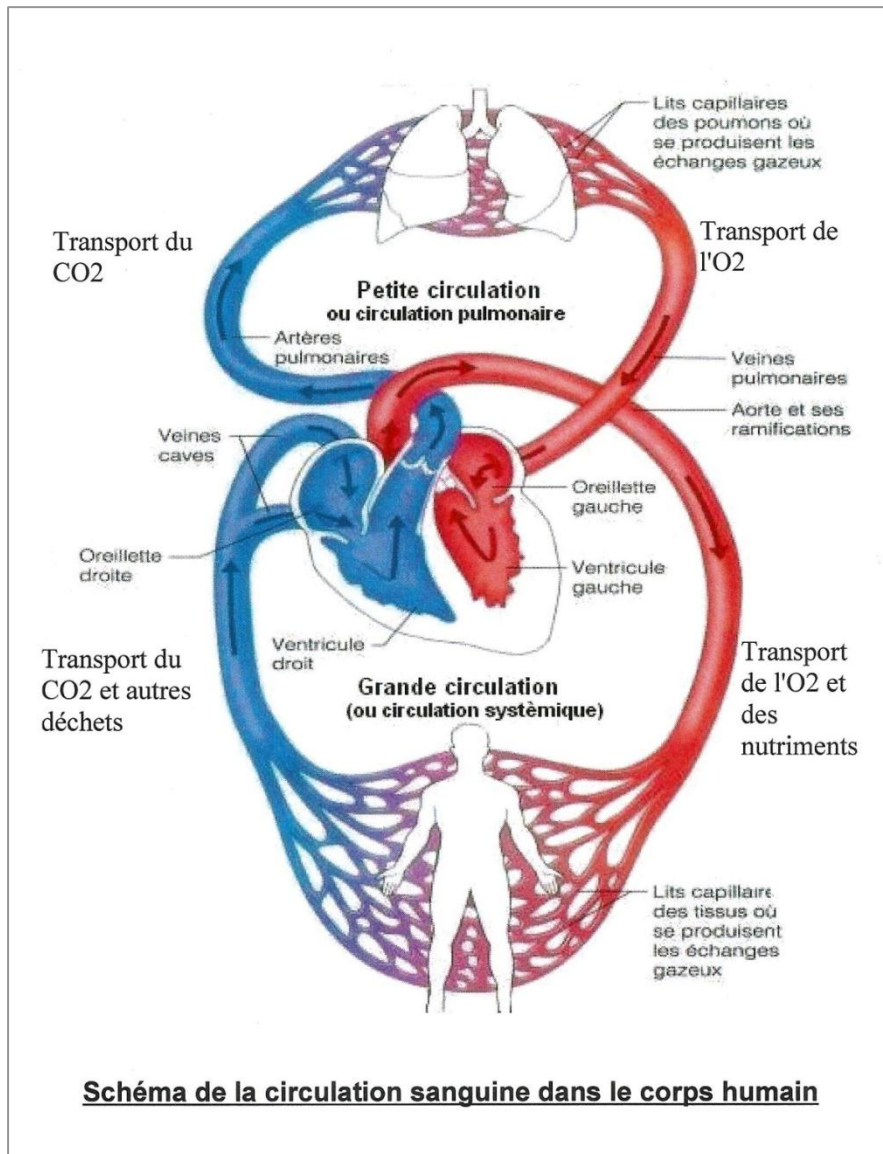
Cette séance est d'après la préparation de P3 organisée en deux étapes. D'abord il est prévu de revenir sur une tâche déjà effectuée en S4 (réalisation d'un schéma) puis de mettre à l'étude un nouveau document.

Tâche n°1. Reprise de la tâche précédente.

Cette tâche consistait à produire un schéma témoignant des liens entre dioxygène, nutriments, sang, respiration et muscles.

Tâche n°2. Schéma de la double circulation sanguine

Cette tâche est conçue comme la découverte d'un schéma global de la circulation sanguine dans le corps humain. Après avoir rapidement pris connaissance individuellement de ce schéma, il est prévu d'en discuter et de l'expliquer collectivement.



Document 16. Document support « Schéma de la double circulation sanguine ».

2.1.1.6. Séance 6. Étude de la petite et de la grande circulation dans le corps (suite) et l'anatomie du cœur

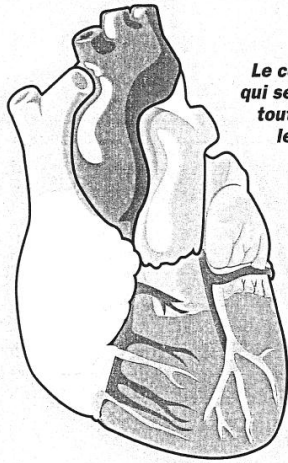
Cette séance est articulée en deux temps avec deux tâches successives.

Tâche n°1. Produire une trace écrite sur la circulation sanguine

L'enjeu est de produire un écrit résumant la double circulation sanguine en spécifiant que, dans la grande circulation, le cœur envoie le sang dans tout l'organisme par l'artère aorte pour distribuer dioxygène et nutriments aux organes et que le sang ramène le CO₂ produit jusqu'au cœur. Concernant la petite circulation, le sang chargé de CO₂ va vers les poumons et un retour du sang oxygéné se fait vers le cœur.

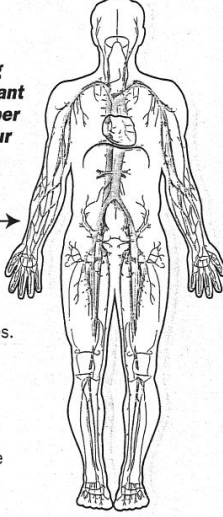
Tâche n°2. L'anatomie du cœur

Au cours de cette seconde tâche, c'est l'anatomie du cœur qui est mise à l'étude. Pour cela, un document est proposé, reproduit ici, et à propos duquel il s'agit de faire une première lecture.



Le cœur

Le cœur est un "paquet" de muscles gorgé de sang qui se contracte en moyenne 70 fois par minute durant toute la vie. Ces contractions permettent de pomper le sang et de le propulser dans tout le corps pour y acheminer l'oxygène indispensable à la vie.



Les deux pompes

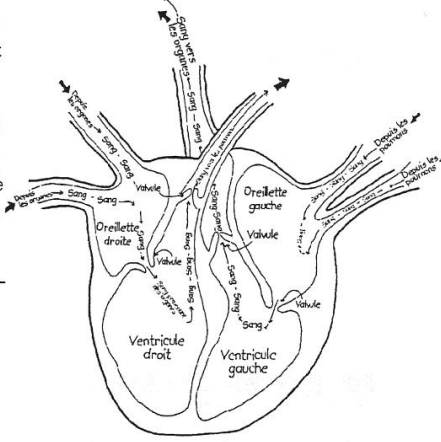
Le cœur est composé de deux pompes séparées par une cloison et situées côte à côte. Elles sont chacune dotées de deux chambres : une oreillette en haut et un ventricule en bas.
La pompe de droite envoie du sang dans les poumons pour y récupérer l'oxygène indispensable aux cellules.
La pompe de gauche envoie le sang riche en oxygène dans tout le corps.
Puis le sang appauvri en oxygène retourne à la pompe de droite et reprend le circuit de la circulation sanguine.

Les veines et les artères

Le sang circule grâce à des canaux plus ou moins importants appelés veines ou artères. Le sang arrive dans le cœur par les veines. À l'inverse, il est expulsé du cœur pour être propulsé dans le reste du corps par les artères.

L'oreillette droite

Elle reçoit le sang pauvre en oxygène de la veine cave et l'envoie dans le ventricule droit.



L'oreillette gauche

Le sang qui s'est rempli d'oxygène au contact des poumons arrive dans l'oreillette gauche en passant par les veines pulmonaires. De là, il est envoyé dans le ventricule gauche.

L'aorte

C'est une artère située à la base du ventricule gauche. L'aorte donne naissance à toutes les artères qui distribuent le sang riche en oxygène aux différentes parties du corps.

Le ventricule droit

Il reçoit le sang de l'oreillette droite et l'envoie ensuite dans les poumons pour qu'il se remplisse d'oxygène par la voie des deux artères pulmonaires.

Le ventricule gauche

Il reçoit le sang de l'oreillette gauche et l'envoie dans le corps via l'aorte.

Se contracter :
se serrer, se raidir.

Oxygène :
gaz que l'on respire dans l'air et qui permet de libérer de l'énergie pour faire fonctionner les diverses parties du corps humain.

Clapet (ici) :
membrane qui sert de séparation.

ART PRESSE

Document 17. Document support « Anatomie du cœur ».

2.1.1.7. Séance n°7. L'anatomie cardiaque (suite et fin)

P3 prévoit un déroulement en deux temps pour cette dernière séance avec deux tâches successives.

Tâche n°1. Anatomie du cœur (suite)

Le document support de travail pour cette tâche est celui que nous avons présenté ci-dessus en S6 (cf. Document 17, p. 237). Les élèves en ont déjà pris connaissance en S6 et il leur a été demandé « de le lire chez eux » (entretien ante S7, annexes, p. 157). La fiche de préparation de P3 spécifie que des légendes seront portées sur le document pour le compléter, notamment veine pulmonaire, artère pulmonaire et veines caves qui font défaut sur le support de la tâche. Et comme « la crosse [aortique] n'est pas faite, on va la faire ensemble » (ibid.).

Tâche n°1. Dissection du cœur

Le second type de support est un matériel cœur-poumons que P3 compte disséquer ; il est prévu que les élèves observent la dissection, faite en classe entière.

Compte tenu des éléments fournis au cours des entretiens par P3, nous proposons deux documents synthétiques : une trame des contenus que l'on peut supposer travaillés au cours de la séquence de classe et l'enchaînement linéarisé des séances prévues.

2.1.2. Trame de l'articulation des contenus supposés dans la séquence et enchaînement des séances

La séquence de P3 est plutôt présentée comme une trame lors du premier entretien ante-protocole que comme un bloc de séances déjà bien fixées. Cette trame (cf. Figure 20, p. 239) présente les axes suivants :

- Dans un premier temps, il s'agit de repartir de la respiration qui a été traitée préalablement de sorte à faire un lien entre respiration et cœur, notamment lors d'une activité physique. Il est prévu, dans ce premier temps, de prendre des mesures des rythmes cardiaque et respiratoire, au repos et après un effort, et de consigner ces mesures dans un tableau de recueil des données.
- Dans un second temps, P3 prévoit d'utiliser les mesures consignées dans le tableau et de mener un travail différencié entre les CM1 et les CM2 en faisant traduire les résultats des tableaux par des courbes, aux uns (CM1), et en faisant procéder à une analyse des données chiffrées, aux autres (CM2). L'analyse des mesures et de documents devant amener à l'idée que les muscles consomment des nutriments et du dioxygène pour fonctionner et que ces besoins varient en fonction de l'activité physique.
- Ensuite, la question est de savoir comment le sang apporte l'oxygène et les nutriments nécessaires aux muscles. P3 situe alors à ce moment-là l'étude de « *la circulation sanguine proprement dite* » avec « *le circuit fermé, petite et grande circulation, puis anatomie du cœur* » (entretien ante protocole, annexes, p. 141).
- P3 n'est pas sûre d'aborder « *le contenu du sang* » ; sans doute faut-il entendre par là les constituants du sang. Dans son projet de séquence, la dernière séance est consacrée à l'évaluation.

Le document suivant, Figure 21, p. 240 présente l'enchaînement temporel des séances proposées par P3, dans sa préparation, soit le parcours didactique prévu.

Figure 20. Trame de l'articulation des contenus supposés chez P3, au cours de la séquence.

Les numéros correspondent aux phases prévues par P3 dans son travail de préparation

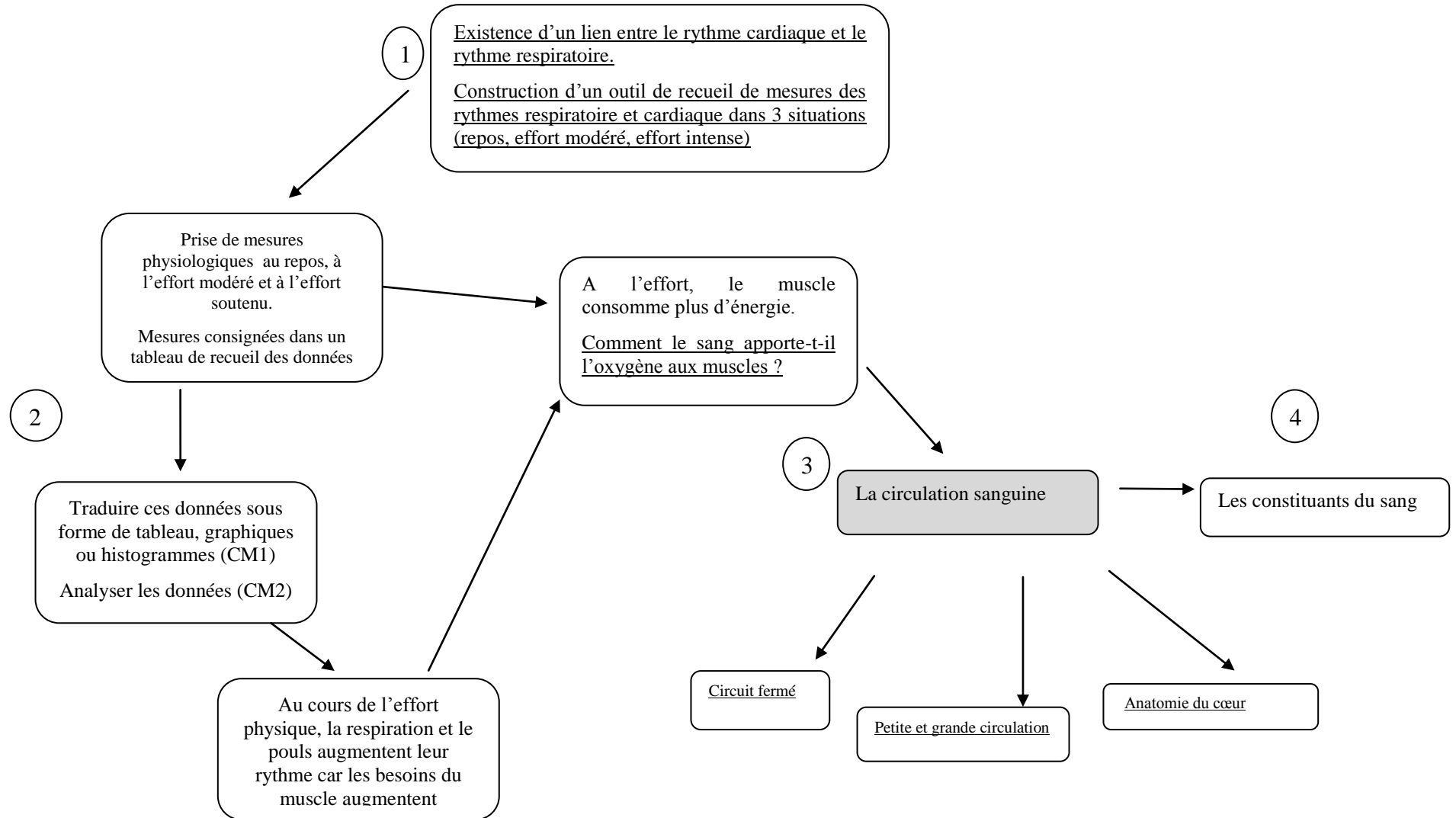
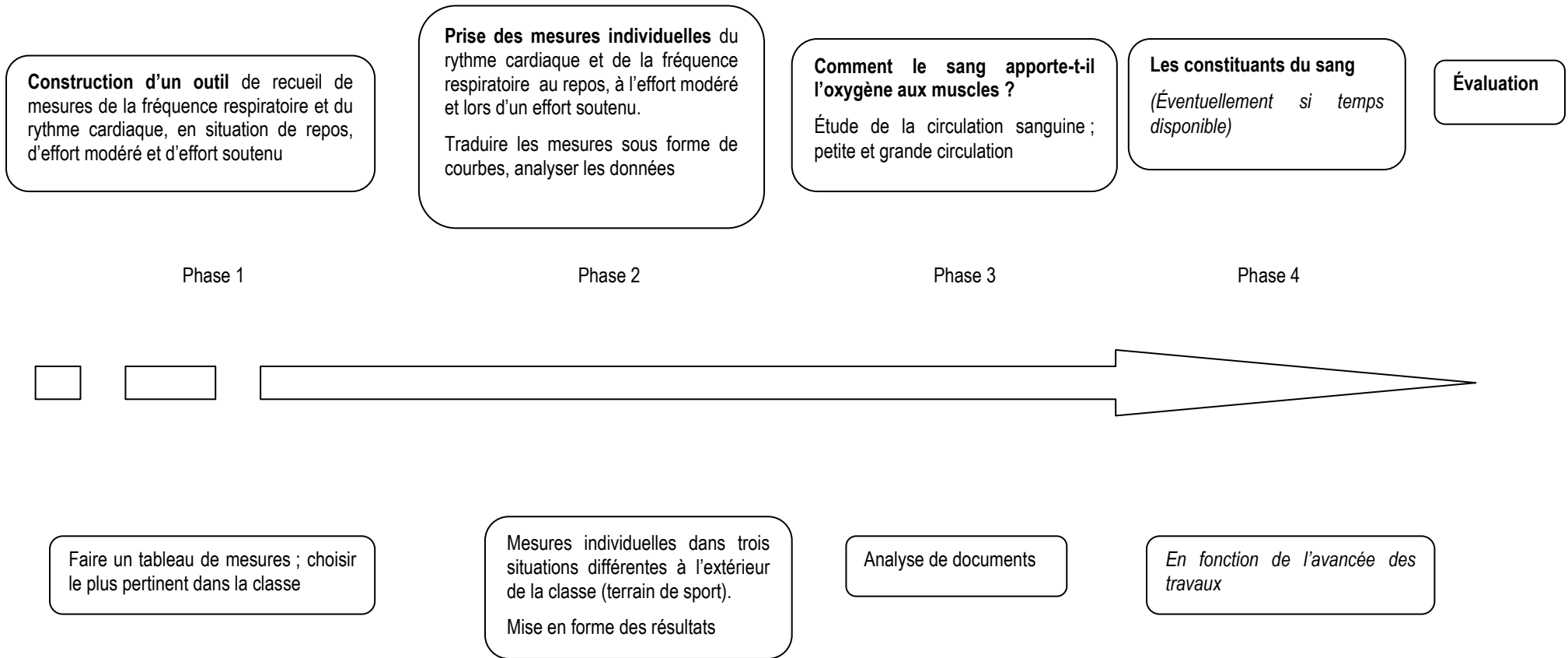


Figure 21. Séquence de travail prévue par P3.



Globalement, à partir des éléments disponibles pour cette analyse *a priori*, on peut dire que la séquence de travail s'inscrit dans une centration épistémique « fonction de nutrition » avec une entrée très nettement marquée « adaptation de l'organisme à l'effort ». Il s'agit donc dans cette classe de proposer une situation d'entrée contrastée, organisme au repos/organisme à l'effort, qui permet de poser l'idée que, en situation d'effort, un certain nombre de données physiologiques varient et l'enjeu semble être, ensuite, de donner du sens à ces modifications enregistrées au cours d'un recueil de données et traduites sous forme de diagramme. Les données sont ensuite regardées à la lumière de documents qui permettent de donner une explication à la modification de ces variables. La fin de la séquence est alors consacrée à la « *circulation proprement dite* » et au cœur ; c'est la double circulation sanguine qui est mise à l'étude d'abord, puis l'anatomie cardiaque termine la séquence prévue. Ainsi, les éléments prévus dans la séquence concourent à comprendre le concept de circulation du sang à travers une visée « fonction de nutrition ». Le recueil de données physiologiques, en situation et par les élèves, à interroger et à expliquer, en lien avec l'utilisation de ressources documentaires, semblent des éléments saillants de la séquence qui mènent vers la résolution d'un problème « comment le sang apporte-t-il l'oxygène aux muscles ? », résolu par l'étude de la double circulation sanguine.

2.2. Analyse épistémique *a priori* : nos interprétations

Compte tenu du grand nombre de tâches à analyser et que certaines sont des reprises de tâches précédentes, nous analysons celles qui apparaissent dans les cellules grisées du tableau ci-dessous (Tableau 8, p. 242).

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3	Séance n°4	Séance n°5	Séance n°6	Séance n°7
Tâche 1 « construire un tableau de recueil de données » (Document 11, p. 232)	Tâche 1 « recueil de données »	Tâche 1 « analyse critique des mesures » (Document 12, p. 233)	Tâche 1 « tirer des informations de 3 documents » (Document 13, Document 14, Document 15, p. 235)	Tâche 1 = Tâche 2 de S4	Tâche 1 « produire une trace écrite sur la circulation sanguine »	Tâche 1 « l'anatomie du cœur, suite »
	Tâche 2 « exploitation des données »	Tâche 2 « construire un diagramme de mesures physiologiques »	Tâche 2 « réalisation d'un schéma »	Tâche 2 « schéma de la double circulation sanguine » (Document 16, p. 236)	Tâche 2 « l'anatomie du cœur » (Document 17, p. 237)	Tâche 2 « dissection du cœur »

Tableau 8. Tâches soumises à l'analyse *a priori* dans la classe n°3.

La totalité des 13 tâches a été analysée, le lecteur peut trouver l'intégralité de cette analyse détaillée en annexe (Annexes, p. 159). Nous proposons dans ce qui suit un condensé de cette analyse *a priori* en ciblant celle-ci sur quelques tâches que nous avons sélectionnées en regard d'éléments qui nous paraissent fondamentaux à comprendre car ils seront exploités au cours de l'analyse *in situ*. Les interprétations suivantes portent sur les tâches elles-mêmes ; construction de savoirs et difficultés prévisibles.

2.2.1. Analyse épistémique de la séance n°1

2.2.1.1. Analyse de la tâche « Construction d'un tableau de recueil de données »

Les élèves doivent construire un outil de recueil de données. Les difficultés dans la construction de cet outil sont liées à la présence de trois situations : repos, effort et effort intense qui obligent à une construction rigoureuse de l'outil pour le rendre opérationnel. Les difficultés ne sont donc pas ici « simplement », pourrions-nous dire, d'ordre méthodologique mais surtout conceptuel, car la construction d'un tableau de recueil des données doit rendre compte d'une lecture aisée des mesures cardiaque et respiratoire pour ensuite pouvoir traiter les données. La construction de cet outil est donc fortement articulée au cadre théorique initial qui est celui d'un lien que P3 veut rendre patent, entre des modifications physiologiques retenues et l'activité de l'organisme. La réalisation du tableau peut s'avérer compliquée si P3 guide les élèves vers une proposition semblable à celle produite dans la fiche de préparation (Document 11, p. 232) dont nous avons dit qu'elle comportait un certain nombre d'incohérences et induirait ainsi des erreurs au niveau des élèves.

Il est précisé dans la fiche de préparation de S1 que les différents instruments de recueil de données produits par les élèves seront comparés et discutés pour en choisir un qui devra être fonctionnel et convenir à tout le monde.

2.2.1.2. Conclusion à l'analyse a priori de S1

On pourrait qualifier cette situation d'entrée émise en S1 de situation complexe qui pose d'emblée le problème de liens qui seront par la suite, expliqués. L'étude de la circulation du sang dans ce cas est motivée par la nécessité de comprendre que le corps en situation d'effort consomme davantage d'éléments que le sang peut lui apporter. Cette séance inaugurale a également pour but de travailler à une forme de construction de recueil de données à traiter. L'hypothèse de départ étant celle d'un lien entre respiration et activité cardiaque, construire un outil de recueil de données se fait alors dans ce cadre théorique de lien possible entre deux fonctions au moins.

La séance n°2 est consacrée à la prise du pouls et du rythme respiratoire par chaque élève. Les mesures sont notées dans l'outil sélectionné en S1.

2.2.2. Analyse épistémique de la séance n° 3

2.2.2.1. Analyse de la tâche n°1 « Analyse critique des mesures »

Le document support de cette tâche est le Document 12, p. 233.

Concernant cette tâche, la préparation de P3 affiche que deux tableaux seront proposés aux élèves pour mener une analyse critique des mesures : un collectif et un dit « de référence ». Le tableau collectif, d'après la fiche de préparation de P3, est un tableau recensant les mesures faites par les élèves en S2 et qui semble comporter un certain nombre d'erreurs qu'il s'agit d'éliminer ; c'est ce que P3 appelle des valeurs

aberrantes qui seront retirées du tableau collectif. Le tableau de « référence » (Document 12, p. 233) est un tableau des mesures moyennes obtenues sur un grand nombre de relevés chez des enfants de 12 ans. Il sert, selon la préparation de P3, à « vérifier la cohérence de nos résultats », à discuter des erreurs et de la « question de l'expérience au service de la science ». La fiche de préparation ne prévoit de présenter le tableau de référence qu'en fin de première phase de séance ; cette situation dans la progression de la séance nous fait dire que plus qu'un élément de comparaison c'est un outil de discussion à propos de ce que peut être un résultat exploitable, une mesure, la validité des mesures et également ce qu'est une moyenne, comment elle peut être obtenue et ce qu'elle représente par rapport aux mesures individuelles prises par les élèves à la séance S2.

Au cours d'une seconde tâche « Construire un diagramme de mesures physiologiques », les élèves doivent procéder à un traitement des résultats sous forme d'un diagramme rythme respiratoire et rythme cardiaque en fonction de l'activité physique.

2.2.2.2. Conclusion à l'analyse a priori de S3 et du groupe S1-S2-S3

La séance S3 a pour objectif de rediscuter les résultats pris en S2. La première partie de la séance S3 revient dans un mouvement réflexif sur le type de données recueillies, sur les modalités de recueil des données, et enfin sur la pertinence de ces données. On pourrait dire ici qu'il s'agit d'une séance, dont une partie est axée sur un aspect de la nature de la science et sur la manière dont on peut produire des résultats scientifiques, y compris à l'échelle modeste d'une classe d'élèves qui prend alors le statut d'une petite communauté non pas de chercheurs mais d'une communauté scolaire qui s'emploie à réfléchir sur les modalités de recueil de données, qui recueille vraiment des données et les discute. Ce serait une référence à des pratiques de scientifiques qui seraient transposés dans ce cas et qui alimenteraient le choix de ce groupe de séances proposées par P3.

La seconde partie de la séance S3 porte sur la traduction des données en graphique, soit une forme de réduction des données, puis vient le temps de l'exploitation des données c'est-à-dire l'objectivation d'un lien entre l'augmentation de l'intensité de l'activité physique et l'augmentation de variables physiologiques (pouls et rythme respiratoire). On aurait ici aussi une transposition, modeste mais réelle, de pratiques de chercheur qui construit ses propres données à exploiter.

Il reste à interroger la cohérence globale de cet enchaînement de situations, depuis S1 jusqu'à S3. En effet, P3 demande aux élèves, en S3, d'éliminer des valeurs aberrantes mais nous avons vu que l'élimination ne se fait pas par rapport à une valeur de référence (tableau de référence utilisée tardivement dans la séance). On peut donc dire que, pour éliminer des valeurs aberrantes, il faut pouvoir disposer d'un modèle implicite sollicité ici pour écarter ou non des données. La question que l'on est en droit de se poser est : est-ce que S3 sert à construire un modèle explicatif d'un lien entre rythme cardiaque, rythme respiratoire et effort fourni ou bien est-ce que S3 est une séance dans laquelle on utilise le modèle qui fait du lien entre les variations physiologiques et l'effort fourni ?

La séance S1 part finalement d'un postulat non explicité ; celui d'un lien entre deux fonctions physiologiques (respiratoire et cardiaque) et l'activité physique fournie par l'organisme. S2 tente d'objectiver ce postulat par la mesure et le propos de S3 est de dire que ce lien postulé existe. On pourrait ainsi formuler que ces séances constituent un ensemble tautologique au sens où l'on part d'un postulat et que l'on

arrive à la conclusion que ce postulat existe, en ayant fait mine de l'objectiver par une série de mesures qui auraient pour fonction de rendre « scientifique » ou « objectif » l'ensemble. L'ensemble est basé sur un implicite, celui d'un lien entre deux fonctions et l'activité de l'organisme, jamais explicité sur le groupe des trois séances, mais avec la volonté de le rendre explicite, par la suite, nous allons le voir. En effet, en prenant appui sur ce groupe de séances, la suite de la préparation de P3 engage les élèves vers la résolution d'une question relative au pourquoi de la variation du rythme cardiaque, c'est-à-dire rendre plus explicite une partie des liens utilisés précédemment.

2.2.3. Analyse épistémique de la séance n°4

2.2.3.1. Analyse de la tâche « « Tirer des informations de 3 documents »

Les documents supports de cette tâche sont le Document 13, le Document 14 et le Document 15 p. 235.

Au cours de la tâche, les élèves doivent repérer des informations pertinentes dans un groupe de 3 documents pour répondre à la question éponyme de la séance : pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?

Dans le Document 13, p. 234 on peut apprendre que le muscle consomme du dioxygène et des nutriments, dont le glucose, et qu'il rejette des déchets, dont le CO₂. La consommation d'O₂ et de nutriments augmente lorsque le muscle est actif, au cours d'un effort, par exemple. Ces informations sont reprises sous forme d'une réaction chimique libératrice d'énergie, de chaleur, de CO₂ et d'eau. Cette dernière partie du document est vraisemblablement hors de propos pour un cycle 3.

Deux dessins figurant précisément les débits sanguins dans quelques organes du corps au repos et lors d'une activité physique sont proposés dans le Document 14. On y apprend qu'au cours d'une activité physique, le débit sanguin augmente d'une façon globale dans l'organisme et plus particulièrement dans les muscles ; ceux-ci reçoivent beaucoup plus de sang au détriment d'autres organes qui voient leur débit sanguin évoluer dans le sens d'une diminution sauf pour le cerveau pour lequel le débit sanguin ne varie jamais. Les élèves ont la possibilité de répondre à la question posée en formulant que le débit sanguin doit augmenter pour approvisionner les muscles en activité et arriver peut être à l'hypothèse que c'est le cœur qui met le sang en mouvement et que pour apporter davantage de sang aux muscles par unité de temps, le cœur devrait battre plus vite.

Le dernier Document 15 indique que le dioxygène de l'air passe dans le sang *via* les capillaires sanguins et que le dioxygène est transporté à tout le corps par l'intermédiaire du sang. Il s'agit d'un rappel d'informations déjà acquises sur la respiration⁹⁶.

À l'aide de tous ces documents, il s'agit pour les élèves de faire un lien définitif entre la variation du rythme cardiaque et l'effort fourni par l'organisme et ainsi comprendre qu'au cours d'un effort, les muscles consomment davantage d'énergie. Il s'agit ainsi de comprendre que cette énergie est produite grâce aux nutriments et au dioxygène transportés par le sang jusqu'aux muscles en activité. L'augmentation de l'activité cardiaque à l'effort permet une augmentation du débit du sang vers les poumons et les muscles. Le débit sanguin augmente au niveau des

⁹⁶ Un travail sur la respiration a immédiatement précédé, dans cette classe, cette séquence analysée pour la recherche.

muscles qui consomment de l'énergie supplémentaire en situation d'effort. Cette variation permet d'adapter les échanges en fonction des besoins de l'organisme. L'effort physique sera donc accompagné d'une augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire (et aussi de la température corporelle) ; une partie de l'énergie produite, par oxydation des nutriments, servant à la contraction musculaire et l'autre partie étant dissipée sous forme de chaleur. Rythmes respiratoire et cardiaque augmentent en quelque sorte pour subvenir à ces nouvelles exigences énergétiques.

2.2.3.2. Conclusion à l'analyse a priori de S4

On ne peut que remarquer la grande complexité des informations à traiter et la difficulté des mises en lien nécessaires à effectuer. Nous avons noté que la réaction chimique, concluant le premier document, charrie des contenus d'une grande complexité pour le public visé et d'un niveau très largement au-delà du cycle 3. La notion de débit sanguin (présente dans le deuxième document) est sans doute aussi très difficile à faire passer auprès d'élèves de cycle 3. Notons qu'introduire cette idée, c'est pour P3 faire l'hypothèse que l'idée de circulation du sang à travers l'organe est acquise et cette idée suggère aussi celle de circuit fermé. Faire le lien, entre le fonctionnement musculaire et le besoin d'énergie pour assurer la contraction musculaire est ce que l'on peut appeler un niveau de savoir difficile pour des élèves de CM1-CM2 ; il faut en effet comprendre que le glucose subit une oxydation dans les muscles, grâce au dioxygène, en libérant une forme d'énergie, utilisable pour le mouvement. Ceci suppose en outre de comprendre ce fonctionnement pour un muscle sans activité particulière (dépense de métabolisme) avant de chercher à comprendre les modifications qui accompagnent un effort physique. On ne voit pas bien comment la lecture seule des documents fournis par P3 pourrait permettre aux élèves de mettre en relation le débit sanguin au niveau des organes du corps, l'apport de dioxygène et de nutriments aux mêmes organes et donc des apports augmentés aux organes dans le cas d'une situation d'effort physique. L'ensemble de ces corrélations ne peut se faire sans un étayage adéquat de P3, aide qui ne pourra être que de l'ordre du discours car, en tout état de cause, aucune autre forme d'étayage, type modélisation par exemple, n'est prévue. Faire ces corrélations ne suffit pas à produire une explication à la question de départ « pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ? », cependant elles représentent une étape obligée pour arriver à l'idée qu'un ensemble de modifications permet un approvisionnement conséquent de dioxygène et de nutriments aux muscles lors de l'effort physique.

2.2.4. Analyse épistémique de la séance n°5

2.2.4.1. Analyse des tâches « Réalisation d'un schéma » et « Schéma de la double circulation sanguine »

Tâche « Réalisation d'un schéma »

D'après la préparation de P3, il est prévu de faire faire des schémas aux élèves à partir du texte de la trace écrite de S4 pour traduire les modifications au niveau respiratoire, sanguin et cardiaque permettant un approvisionnement conséquent de dioxygène et de nutriments aux muscles lors de l'effort physique. À ce stade de la séquence, les élèves ont la possibilité de faire deux liens. D'abord, entre le sang enrichi en O₂ qui vient des poumons et qui peut aller au muscle. Ensuite, ils possèdent également l'idée que le sang sortant des muscles est chargé de déchets et qu'une partie des déchets (le CO₂) est éliminé au niveau des poumons et donc ils peuvent produire un lien, *via* leur schéma, entre le muscle et les poumons. Ils peuvent produire éventuellement un lien entre les nutriments, venant de l'intestin, et le muscle, par

l'intermédiaire du sang. Bien sûr nous ne pouvons préjuger des productions enfantines mais nous pensons pouvoir dire que les élèves auront du mal à situer le cœur comme un lieu de passage obligé pour le sang revenant du muscle et allant aux poumons et pour le sang revenant des poumons et allant au muscle.

Ce qui semble donc intéressant à ce stade, à la suite des productions des élèves, c'est de faire saisir le rôle du cœur comme un passage obligé entre le muscle et les poumons, par exemple en introduisant un travail sur l'anatomie cardiaque qui ferait comprendre les nécessités des liens entre poumons et cœur et entre cœur et muscles ou organes. Au lieu de cela, la tâche suivante dans cette séance S4 est une discussion autour d'un schéma canonique de la circulation sanguine. Le travail sur l'anatomie cardiaque suggéré quelques lignes plus haut est repoussé en S6 et S7.

Tâche « Schéma de la double circulation sanguine »

Le document support de cette tâche est le Document 16, p. 236.

Cette seconde tâche est conçue comme la découverte d'un schéma canonique de la circulation sanguine dans le corps humain. Il nous semble que cette lecture commentée doit être adossée aux schémas précédents produits par les élèves au cours de la tâche n°1, mais la préparation de P3 ne rend pas cet adossement explicite. Ce que nous comprenons de la préparation de P3, c'est plutôt une volonté d' « *étendre les explications du schéma par rapport au muscle, à tous les organes* » mais les liens explicites entre les productions des élèves et le schéma canonique sont absents. Il s'agirait ainsi, de la sorte, d'entrer dans une phase de généralisation ; la circulation sanguine est chargée d'apporter des éléments fournissant de l'énergie non seulement aux muscles, comme on l'a vu en S4, mais aussi à tous les organes du corps. La généralisation d'un transport sanguin à tout l'organisme est visée, pas l'établissement de la nécessité d'un passage par le cœur.

2.2.4.2. Conclusion à l'analyse a priori de S5

Après avoir envisagé en S4 les besoins des muscles en dioxygène et en nutriments apportés par le sang, cette séance fait réfléchir les élèves sur les liens possibles entre les lieux de prélèvement du dioxygène et les lieux d'utilisation que sont les organes. C'est donc le concept d'échanges entre ce qu'apporte le sang aux organes et ce que ceux-ci lui rétrocèdent qui est en jeu ici, mais aussi ce que le sang apporte au niveau des alvéoles pulmonaires (le CO₂) et ce qu'il y récupère (le dioxygène). Il s'agit donc d'identifier deux zones d'échanges fondamentales : au niveau des capillaires pulmonaires et au niveau des capillaires de tous les organes.

2.2.4.3. Analyse épistémique des séances n°6 et n°7

2.2.4.4. Analyse des tâches « Anatomie du cœur »

Le document support de ces tâches est le Document 17, p. 237.

Deux tâches sont consacrées à l'étude de l'anatomie du cœur à l'aide du Document 17, p. 237 ; celui-ci donne des informations précises sur l'anatomie cardiaque mais aussi sur le rôle du cœur considéré comme une pompe mettant le sang en mouvement dans un sens de circulation unique. Ce sens unique de circulation à l'intérieur du cœur est d'ailleurs précisément figuré par des flèches sur le document fourni aux élèves. Il a été demandé aux élèves « *de le lire chez eux* » (entretien ante S7, annexes, p. 157) entre la fin de la séance S6 et le début de la séance S7.

En fait, ici, ce n'est pas la connaissance de l'anatomie cardiaque, et son cloisonnement en deux demi-cœurs, qui permet d'entrer dans la compréhension de la

circulation sanguine mais la démarche est bien l'inverse ; on part de la circulation sanguine dans le corps, puis on focalise sur l'anatomie cardiaque, pour saisir l'impossibilité d'un autre fonctionnement que celui vu, d'une autre circulation du sang, dans un autre sens.

2.2.4.5. Conclusion à l'analyse a priori de S6 et S7

Ces séances, comme c'est le cas depuis la séance S4, apparaissent très denses en savoirs et demandent un gros effort de conceptualisation de la part des élèves. Le choix effectué par P3 de fournir un schéma de la circulation sanguine puis de focaliser sur le cœur est assumé par P3 : « *j'ai fait ce choix-là, la théorie et ensuite le cœur* » (entretien ante S7, annexes, p. 157). Toutes les notions sur l'anatomie cardiaque travaillées à partir du schéma du document (Document 17, p. 237) seront ensuite confirmées par la situation de dissection proposée par P3 dans la dernière des 13 tâches de cette séquence : « *d'avoir vu la théorie avant ça leur permettra d'être armés pour en profiter [de la dissection]* » (entretien ante S7, annexes, p. 158). Dans ce cas, le modèle permet de mieux appréhender le réel. Il est clairement indiqué ici par P3 que les observations (en l'occurrence ici l'observation d'une dissection) ne se font pas en dehors d'un cadre théorique ; celui-ci semble nécessaire à la compréhension de l'objet sous observation. La tâche conclusive relègue donc l'observation du cœur *via* une dissection en toute fin de séquence, « *entre un cœur réel et la coupe schématique c'est pas pareil ça les aide je pense à comprendre le schéma* » (entretien ante S7, p. 158).

2.3. Conclusion générale à l'analyse a priori

L'analyse *a priori* des tâches proposées aux élèves par P3 nous permet de dégager, dans un premier temps, des renseignements relatifs aux types de savoirs potentiellement produits. Nous recenserons ensuite les premières informations que l'on peut tirer de cette analyse *a priori* à propos des déterminations professorales.

2.3.1. A propos des savoirs potentiellement produits

On peut dire globalement que cette séquence est à très haute densité épistémique et qu'elle met en jeu des savoirs de haut niveau pour des élèves de cycle 3. On peut préciser que la séquence prévue tente de faire pratiquer, dans sa première partie (S1, 2, 3), à travers une situation d'entrée complexe -l'adaptation de l'organisme à l'effort-, une démarche de scientifique aux élèves et qu'elle leur fait produire des outils qui pourraient être apparentés à ceux des scientifiques. La référence aux pratiques des scientifiques semble guider le travail, même si nous ne pouvons savoir, sur la base de cette analyse, si ce groupe de séances utilise ou produit un modèle théorique liant rythme cardiaque, rythme respiratoire et activité physique.

Les séances S4, 5, 6 mettent à l'étude de nombreux documents dont la caractéristique est une grande charge épistémique pour un cycle 3. On y trouve des informations relatives au débit sanguin et aux modifications du débit sanguin dans l'organisme en fonction de l'activité physique, des explications quant au mécanisme de production énergétique au niveau des muscles, des rappels à propos de la respiration, des descriptions précises de l'anatomie cardiaque, etc. La forte valeur épistémique des documents proposés à l'étude des élèves risque de laisser sur le côté un certain nombre d'élèves de la classe ; nous pensons particulièrement aux élèves de CM1 de ce cours double. En outre, des éléments nécessaires pour entrer dans ces documents sont implicites ou sont considérés comme acquis (circulation sanguine à travers un organe, circuit fermé).

Les documents prévus, à produire ou supports des activités des élèves, sont spécifiques des savoirs en jeu : un tableau de recueil de données à construire, un diagramme à bâtir à l'aide des données, un schéma de la double circulation à comprendre. Ce sont des traces spécifiquement scientifiques auxquelles P3 adjoint en fin de séquence une dissection d'un ensemble cœur-poumons. Cette dernière est située en fin de parcours d'apprentissage pour, nous dit P3, disposer pleinement d'éléments théoriques fournis préalablement de sorte à « être armés pour en profiter ».

L'architecture d'ensemble de la séquence montre donc un travail préparatoire axé sur la mise en jeu de savoirs exigeants mettant en jeu des supports et des démarches scientifiques qui peuvent impliquer les élèves dans un réel travail de production de savoirs scientifiques. Nous résumons dans le tableau suivant (Tableau 9, p. 249, ci-dessous) l'ensemble des savoirs potentiellement mis en jeu dans la classe au cours des tâches que nous venons d'analyser.

Séance n°1	Séance n°3	Séance n°4	Séance n°5	Séance n°6 et 7
<p>Tâche « construire un tableau de recueil de données »</p> <p>L'outil de recueil doit rendre compte des mesures cardiaque et respiratoire afin de pouvoir traiter les données</p> <p>Construction et choix d'un outil</p>	<p>Tâche « analyse critique des mesures »</p> <p>On peut repérer dans les données recueillies des mesures aberrantes et les justifier à l'aide de mesures de référence</p> <p>Tableau produit en S1 et tableau de référence</p>	<p>Tâche « tirer des informations de 3 documents »</p> <p>L'O₂ et les nutriments sont transportés par le sang ; l'augmentation des battements cardiaques à l'effort permet une augmentation du débit sanguin vers les poumons et les muscles</p> <p>Analyse de trois documents</p>	<p>Tâche « schéma de la double circulation sanguine »</p> <p>La circulation générale envoie le sang riche en O₂ et nutriments aux organes et ramène le sang chargé de déchets. La circulation pulmonaire amène le sang chargé de déchets aux poumons et ramène du sang oxygéné au cœur. Il y a 2 zones d'échanges : capillaires pulmonaires et capillaires des organes</p> <p>Analyse d'un document</p>	<p>Tâche « l'anatomie du cœur »</p> <p>Le cœur est en 2 parties ; le sang riche en O₂ transite dans la partie gauche, le sang riche en CO₂ transite dans la partie droite</p> <p>Dissection</p>

Tableau 9. Récapitulatif des savoirs potentiellement en jeu dans la classe n°3.

2.3.2. Premières remarques à propos des déterminations professorales

Avec les éléments que nous venons de dégager de cette analyse *a priori*, nous pouvons nous forger nos premières impressions en ce qui concerne les déterminants professoraux et notamment des éléments relatifs au rapport aux objets de savoir de P3. Le rapport que P3 a construit par rapport aux objets de savoir « circulation du sang », et qu'elle nous donne à voir par son travail préparatoire, est caractérisé par une très bonne connaissance du sujet, adossée à une formation de niveau universitaire qui lui permet de maîtriser les contenus à l'étude et à l'enseignement. P3 possède des connaissances de bon niveau qui lui permettent de trier les documents adéquats, dans son travail de préparation, et de relever des erreurs éventuelles dans les documents importés, ainsi au cours de l'entretien ante S5 : « *alors je lis ce document la petite circulation est assurée par des vaisseaux sanguins appelés veines mais qu'est-ce que c'est ça ? C'est faux ! La petite circulation n'est pas assurée par des vaisseaux*

appelés veines, il est totalement faux ce schéma et la grande circulation est assurée par des vaisseaux appelés artères » (annexes, p. 156). P3 situe entièrement sa séquence de travail sur une centration « fonction de nutrition », totalement conforme à l'esprit des programmes du cycle 3, même si P3 ne donne pas l'impression d'une dépendance quelconque aux préconisations institutionnelles ; elle en fait une déclinaison toute personnelle en indiquant à l'occasion se sentir « *en dehors des clous* » notamment lorsqu'il s'agit de produire des documents qui servent de support pour les activités des élèves ; P3 va par exemple puiser dans des ressources de niveau collège, et nous dit-elle, au cours de l'entretien ante protocole : « *je ne m'interdis pas d'aller au-delà du programme qui d'ailleurs dans certains domaines est très très flou* » (annexes, p. 139).

Concernant l'enseignement et l'apprentissage et sur la base de cette analyse *a priori*, on peut alors faire l'hypothèse suivante. P3 semble faire une très grande confiance aux élèves ; elle estime qu'ils ont des capacités intellectuelles telles, que la complexité des supports des activités ne devrait pas leur poser trop de difficultés. Il semble donc que P3 fasse le pari de changements conceptuels audacieux pour les élèves de la classe. C'est ainsi tout à la fois une ambition réelle, que nous croyons déceler, chez P3 de livrer des savoirs scientifiques de très bon niveau et de proposer à ses élèves des pratiques qui les confrontent avec les exigences de la construction des savoirs scientifiques.

Au final, on peut estimer que P3 ne semble pas, outre mesure, être soumise aux exigences strictes des programmes et les décline plutôt en fonction de la représentation qu'elle se fait de ses élèves et du niveau de savoir à mettre en jeu dans la classe où elle enseigne.

3. Résultats de l'étude *in situ* dans la classe n°3

3.1. La vue interprétative synoptique de la séquence

Les séances S1, 2, et 3 constituent un groupe que l'on pourrait subsumer sous le thème « adaptation de l'organisme à l'effort ». Elles démarrent cette séquence longue de 7 séances étalées dans le temps sur plus d'un mois. La séance S4 pose le problème de savoir pourquoi le cœur bat plus vite quand on court, ce qui amène en S5 à produire des liens possibles entre cœur, muscle et poumons ; un travail sur la double circulation sanguine et sur l'organisation du cœur est engagé en S6 et S7. Globalement, cette séquence est dense sur le plan épistémique pour des élèves de CM1 et CM2, comme nous l'avions souligné dans l'analyse *a priori*.

3.1.1. Les savoirs en jeu

Les trois premières séances s'intéressent donc à l'adaptation de l'organisme à l'effort. Elles permettent de faire produire un outil de recueil de données physiologiques, aux élèves, de recueillir effectivement les données et enfin de les critiquer et les analyser. A la suite de cette entrée en matière, conséquente, les élèves doivent, en S4, expliquer pourquoi le cœur bat plus vite au cours d'un effort physique. Ces éléments d'explication les amènent à tenter de produire des liens possibles entre cœur, poumons et muscles, en S5. La double circulation sanguine est à l'étude en S6 tandis que c'est l'organisation du cœur qui est l'objet d'étude central de la dernière séance.

3.1.2. Les médias utilisés

Les séances S1, 2 et 3 sont articulées autour de la production d'un outil de recueil de données proposé par les élèves. Ils renseignent cet outil choisi, par des mesures prises sur eux, puis traduisent les données sous forme d'un diagramme, sur papier millimétré, préparé par P3. Les séances suivantes sont axées autour d'activités de compréhension de documents : trois documents en S4 pour résoudre la question « pourquoi le cœur bat-il plus vite au cours d'un effort ? », puis un schéma, en couleur et de format A4, de la double circulation sanguine en S5 ; S6 met à l'étude un document relatif au cœur, complété par une dissection d'un cœur de porc.

3.1.3. L'organisation de la classe

Toutes les séances se déroulent dans un lieu unique, la classe, avec les élèves disposés face au tableau noir par où transitent les écrits à l'exception d'un moment de S2 qui se déroule sur le terrain de sport (temps de recueil des données physiologiques). Il n'y a ni TBI, ni support de projection dans la classe, à demeure.

Dans cette vue synoptique, chaque séance est identifiée avec son titre et sa durée. Les éléments blancs correspondent aux jeux que nous avons identifiés ; les jeux sont dénommés en fonction de ce que l'élève doit réussir pour gagner au jeu. Les jeux sont notés (j) suivis d'un numéro indiquant leur situation dans la séance. Les éléments grisés correspondent aux modalités de travail et à l'organisation de la classe.

Séance 1 (62 mn)

Construction d'un outil de recueil de données

(j0) Rappels séquences antérieures
(3 mn)

(j1) Rechercher une situation de lien entre respiration et circulation sanguine (9 mn)

(j2) Chercher des moyens de montrer que « plus on court, plus le cœur bat vite et plus on respire vite » (15 mn)

(j3) Produire, par groupes, un outil de recueil de données physiologiques dans différentes situations d'activité de l'organisme (21 mn)

(j4) Choisir, collectivement, un outil de recueil des données physiologiques (14 mn)

Séance 2 (91 mn)

Collecte de données physiologiques et traitement des données

(j0) Rappels de S1 avec distribution d'un tableau individuel de prises de mesures élaboré en S1 (17 mn)

(j1) Se mettre d'accord sur les conditions de prises du pouls et du rythme respiratoire, collectivement (8 mn)

(j2) Prise des mesures cardiaque et respiratoire et notation individuelle des résultats (17 mn)

(j3) Mettre en commun les mesures recueillies (25 mn)

(j4) Traitement des données (24 mn)

CM1 : faire un graphique
CM2 : analyser les données

Séance 3 (87 mn)

Analyse et traitement des données par un diagramme

(j0) Reprise de S2 et des objectifs de S1. Distribution d'une fiche récapitulant les mesures faites en S2. (11 mn)

(j1) Critiquer les mesures faites en S2 et éliminer des valeurs « aberrantes » (13 mn)

(j2) Analyser les résultats des élèves de la classe en regard d'un tableau de référence fourni (14 mn)

(j3) Réaliser un diagramme des rythmes respiratoire et cardiaque en fonction de l'effort (20 mn)

(j4) Élaborer une trace écrite résumant les travaux de S1, 2,3 (29 mn)

Temporalité (sur 7 semaines)

Affiches A3 pour les recherches par groupes et la mutualisation

Tableau de collecte des mesures individuel
Tableau noir pour la mise en commun des mesures
Papier millimétré (CM1)

Tableau de mesures des élèves
Tableau de mesures de référence

Collectif, groupes puis collectif

Collectif, individuel, collectif puis groupes

Collectif, individuel, individuel puis collectif

Séance 4 (69 mn)

Pourquoi le cœur bat-il plus vite lorsqu'on fait un effort ?

Séance 5 (66 mn)

Liens possibles en cœur/poumons/muscles

Séance 6 (53 mn)

La double circulation sanguine

Séance 7 (65 mn)

L'organisation du cœur

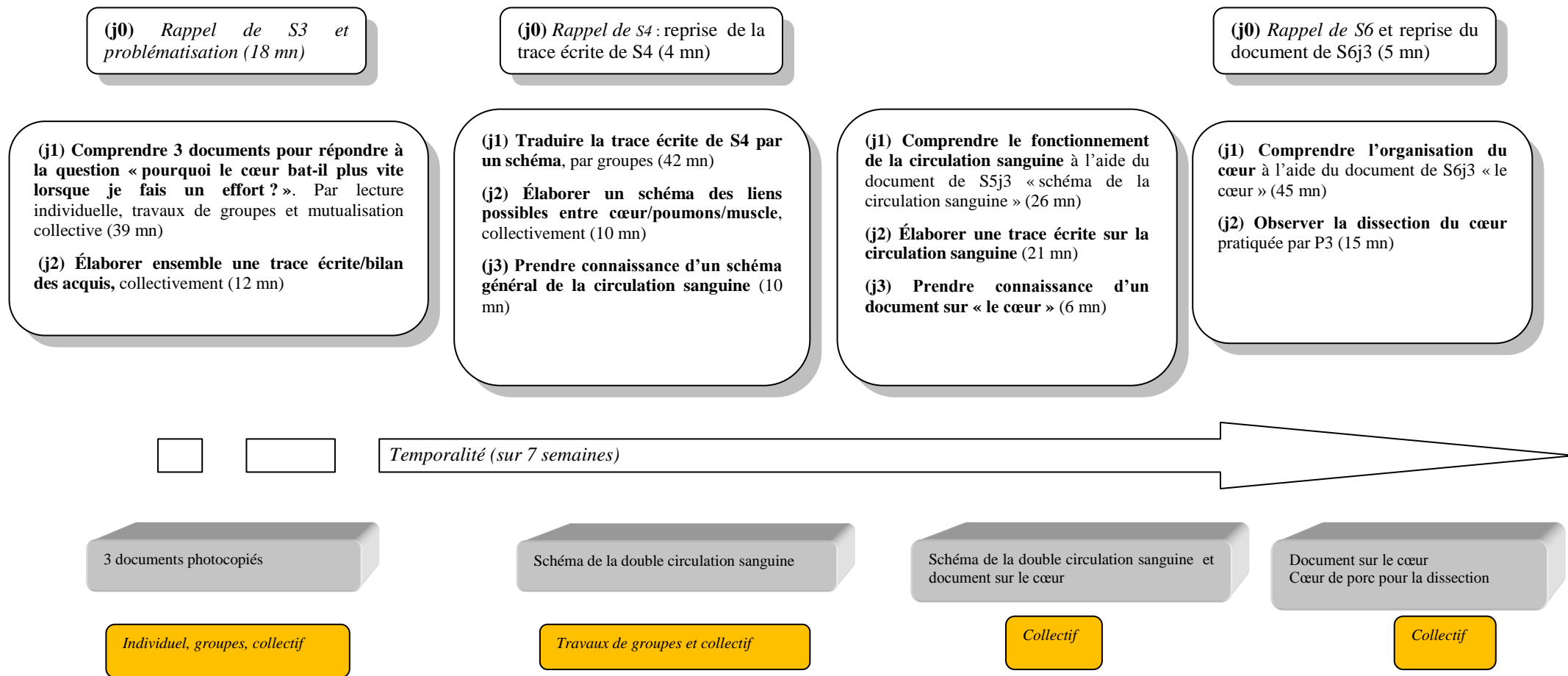


Figure 22. Vue interprétative synoptique dans la classe n°3.

3.2. Des caractéristiques des pratiques conjointes

Conformément aux catégories dégagées à la suite de l'analyse des pratiques dans les deux classes précédentes, nous allons organiser notre analyse autour des éléments relatifs à la nature des savoirs en jeu dans la classe mais aussi des éléments que nous relevons comme caractéristiques à propos de la topogenèse, de la mésogenèse et de la chronogenèse. Compte tenu de la densité épistémique des jeux, de la nature des échanges entre élèves et professeur et de sorte à rendre au lecteur la dynamique de ces échanges, les extraits que nous devons livrer pour exposer tel ou tel aspect des pratiques sont bien souvent longs.

3.2.1. Des pratiques que l'on peut comprendre comme relevant d'une transposition partielle de pratiques sociales de référence

3.2.1.1. Faire dans la classe comme font les chercheurs

Au cours des trois premières séances que nous avons choisi de subsumer sous le thème « adaptation de l'organisme à l'effort », nous pensons pouvoir faire l'hypothèse qu'un certain nombre de pratiques développées par des chercheurs sont transposées dans cette classe, avec un agencement particulier qui permet de les apparenter dans leur forme à des pratiques scientifiques, même si bien sûr, elles gardent un caractère scolaire. Les trois séances s'articulent, en effet, autour de l'idée de bâtir un protocole expérimental qui validerait une hypothèse selon laquelle les rythmes cardiaque et respiratoire augmentent en fonction de l'intensité de l'activité physique. Grossièrement, la séance S1 est axée sur la construction d'un outil de recueil de données physiologiques (rythme cardiaque et rythme respiratoire), la séance S2 est consacrée au recueil des données, et la séance S3 au traitement et à l'analyse de ces données physiologiques sous la forme de la construction d'un diagramme « variation des rythmes cardiaque et respiratoire en fonction de l'effort ». L'enjeu du jeu S1j3 (construire un outil de recueil des données) est clairement posé, comme le montre cet extrait.

171.P3 :--maintenant vous allez vous mettre par petits groupes parce qu'on réfléchit toujours mieux ensemble que tout seul et vous allez essayer donc de construire un outil alors certains ont proposé un tableau alors tableau pas tableau c'est à voir vous allez essayer de construire un outil qui va nous permettre un de garder en mémoire les mesures qu'on a faites deux ensuite de pouvoir l'utiliser parce que si on fait des mesures c'est bien ensuite pour pouvoir les utiliser vous allez réfléchir à ça / je vais vous donner une feuille A3 par groupe et vous ferez votre proposition sur la feuille / vous vous mettez d'accord par groupe sur un outil à proposer et ensuite nous en discuterons

Extrait 35. Extrait de S1j3 « Produire un outil de recueil de données physiologiques ». Minute 27 à 48, tdp 171 à 236. Ici, en minute 27, P3 donne les consignes de travail aux élèves.

Les élèves savent à quelle fin il s'agit de produire cet outil ; « *si on fait des mesures c'est bien ensuite pour pouvoir les utiliser* », dans quel projet on se situe ; la construction de cet outil est en amont d'un recueil puis d'un traitement de données. C'est une perspective de travail qui est ainsi partagée et, de fait, inscrit le travail à venir dans une certaine durée. Les élèves vont procéder à une « *expérience* » (entretien ante) (mesurer, sur soi, le pouls et la fréquence ventilatoire) qui est encadrée par un dispositif, en amont, de recueil de données et, en aval, par une utilisation des données à des fins de validation d'une hypothèse de départ : les rythmes cardiaque et respiratoire varient avec l'intensité de l'effort physique. Ils savent dans quelle perspective s'inscrit la prise de données : en tirer des informations pertinentes à

analyser, voire les traduire sous forme de diagrammes ; il y a une utilisation prévue de ces données. De même, au cours de S2, toute la classe se met d'accord sur un protocole expérimental à respecter qui se traduit ici, en situation, par l'énoncé d'un certain nombre de règles communes afin de garantir une prise de mesures acceptables et qui seront susceptibles d'être travaillées, par la suite. On donne ici un extrait qui est représentatif des précautions dont s'entoure la classe pour prendre des mesures physiologiques sur soi.

19. P3:--alors concrètement qu'allons-nous faire une fois que nous serons sur le plateau en bas⁹⁷
20. ELIS :--on va faire des courses
21. LUCI :--non on va mesurer le cœur au repos
22. P2:-- comment allons-nous mesurer le cœur ?
23. ELEV :--avec la main sur le cœur
24. P3 :--mettez la main sur le cœur vous sentez c'est pas évident
25. Plusieurs ELEV :--et y'a là là aussi(*un élève prenant le pouls à la carotide, un autre au poignet*)
26. P3:--j'ai une petite inquiétude si je mesure mes battements ici (*à la carotide*) ou même ici (*au poignet*)
27. MAUD :--ça arrive plus tard enfin je sais pas le temps que ça arrive de là à là je pense que ça va être moins rapide
28. P3:--alors qu'est-ce qui arrive plus tard
29. ELEV :--les battements du cœur
30. ELEV :--la vibration
31. P3:--mais qu'est-ce que l'on compte ? le nombre de battements dans un temps donné ou est-ce que l'on compte le temps que le sang arrive à ici ? (*en montrant le poignet*) ou ailleurs
32. MAUD :--oui mais si il arrive plus tard dans le même temps ça sera différent
33. P3 :--bon admettons que les battements de ton cœur ce soit ça
I I I I I
34. P3:--les battements à ce niveau-là tu penses qu'ils vont arriver plus tard ? donc celui-là va arriver un petit peu en décalage d'accord et celui-là aussi et celui-là aussi
I I I I I
I I I I I
35. ELEV :--ça fait pareil
36. P3:--est-ce que ça va changer la quantité de battements ?
37. ELEV :--ben non
38. P3:--dans un temps donné tu auras la même quantité de battements que tu les prendras au niveau du cœur ou au niveau du cou ou du poignet donc on conservera le même nombre de battements or c'est ce qui nous intéresse OK si on devait prendre une autre mesure spécifique peut être qu'il faudrait réfléchir à ça mais là ça nous suffit / ça ne nous dérange pas alors au niveau de la respiration qu'est-ce qu'on va compter ?
39. ELEV :--une inspiration ou une expiration
40. P3:--oui il va falloir essayer de pas modifier sa respiration parce qu'on la compte il va y avoir une autre condition importante après la course est-ce que après la course vous allez discuter entre vous partir d'un côté ou de l'autre ?
41. ELEV :--non ça va tout changer si tu parles pendant longtemps ça va t'accélérer la respiration

Extrait 36. Extrait de S2j1 « Se mettre d'accord sur les conditions de prises de mesures ». Minute 6 à 15. Tdp 19 à 46. Ici, en minute 6, des précautions pour prendre les mesures du pouls et du rythme respiratoire sont évoquées.

Dans cet extrait, court, par rapport à ce qui est produit *in situ* dans la classe, la prise des mesures (qui se fera au jeu suivant, en S2j2) est précédée de précisions

⁹⁷ Il s'agit du terrain de sport où les élèves vont aller pour effectuer leurs mesures (en situation d'effort).

concernant le protocole à mettre en œuvre ; des éléments sont discutés (20, 21 « *mesurer le cœur au repos* »), étayés, démontrés (33 à 37 « *tu auras la même quantité de battements* ») ; des précautions excessives sont écartées (38 « *là ça nous suffit* »). La séance S3, sur la base des mesures effectuées selon ces précautions, est consacrée au traitement des données recueillies. On peut dire que ces pratiques, dans la classe, correspondent à des pratiques possibles d'un chercheur scientifique. On peut considérer que la référence des pratiques scolaires est une pratique sociale des chercheurs, même si d'une part cela n'est pas revendiqué par l'enseignant (rien dans l'entretien post protocole ne permet de le vérifier) et que d'autre part, référence n'est pas identité. Ainsi, les pratiques de classe « font jouer » aux élèves une certaine forme de pratiques scientifiques et P3 met ses élèves en position de fréquenter des pratiques qui les familiarisent avec une forme de culture scientifique qui n'est pas sans lien avec des pratiques de référence de chercheurs, pour resituer ceci dans les travaux de Martinand (1985). C'est une certaine idée de la science qui vit dans cette classe ; celle d'une science qui se construit par des moyens rigoureux au sein d'un protocole, qui permet d'obtenir des mesures que l'on exploitera. C'est une certaine idée de la construction des savoirs scientifiques, basés ici sur des mesures, qui est présentée aux élèves, mesures ou données empiriques dont il s'agit de tirer des informations pertinentes. Dans cette classe, il semblerait que l'on apprenne les sciences en faisant, même modestement, des sciences (Bisault, 2008).

3.2.1.2. Mais avec une limite : une erreur dans le processus de collecte des données

Après les précautions de S2j1, dont nous venons de parler, les élèves prennent leurs mesures, sur le terrain de sport, en S2j2. Voyons en S2j3, le sort fait aux mesures obtenues par les élèves.

47. P3:--alors pour la suite du travail je vais vérifier qu'il n'y a pas trop d'erreurs on va vérifier les mesures cardiaques au repos si un a 20 et l'autre 72 on peut penser que celui qui a 72 soit est très malade du cœur ce que je ne crois pas soit il s'est trompé dans sa mesure / on va vérifier ça très rapidement pour la suite du travail que je vous demande c'est important alors on va faire une mesure filée on va dire je veux pas avoir à interroger vous me dites au fur et à mesure

Chaque élève donne à l'oral sa mesure et P3 la note dans le tableau (sans que le nom de l'enfant ne soit indiqué)

Mesures cardiaques			Mesures respiratoires		
repos	Course modérée	Course rythmée	repos	Course modérée	Course rythmée

48. ELEV :--plus c'est petit plus ça bat vite
 49. ELEV :--eh les CM1 ils vont plus vite que les nôtres
 50. P3 :--bon y a-t-il des mesures qu'on va pouvoir éliminer parce qu'elles paraissent vraiment très très éloignées de ce qui est globalement la moyenne ?
 51. ELEV :--FRED / DOLI / 5 / 17 / 29 / 25
 52. P3 :--ensuite mesures respiratoires au repos on fait le même tour
Les élèves font de même ; ils énoncent leurs mesures et P3 ne les écrit pas forcément en face des précédentes pour chaque élève
 53. P3 :--attention à ces mesures n'avons-nous pas quelque chose à faire ?
 54. ELEV :--multiplier par 4
 55. P3 :--qu'est-ce que je multiplie par 4 ?
 56. ELEV :--les mesures cardiaques et par 2 les mesures respiratoires
 57. P3 :--ce qui va me donner là par 2 donc 84 / 96....

P3 indique à côté de chaque nombre donné précédemment, la valeur multipliée par 4 pour les mesures respiratoires ; P3 fait la même chose pour les valeurs multipliées par 2.

58. P3 :--alors y a-t-il là des données tellement éloignées de la réalité qu'on va pas les garder ?
59. ELEV :--76
60. ELEV :--30
61. ELEV :--pourquoi vous voulez éliminer les plus gros ?

Extrait 37. Extrait de S2j3 « Mettre en commun les mesures recueillies ». Minute 37 à 62. Les élèves fournissent leurs mesures, recueillies par P3, qui se charge de multiplier les données obtenues par 2 ou 4 et les inscrit au tableau.

Nous avons relevé au cours de l'analyse *a priori* que le tableau produit par P3 dans sa fiche de préparation n'était pas fonctionnel (données redondantes et incohérentes). Celui produit en situation de classe ne présente pas ces défauts, cependant la manière qu'a P3 de collecter les résultats (« *on va faire une mesure filée* » en 47) ne permettra absolument pas à la classe, de se donner les conditions de possibilités d'une comparaison, les mesures étant prises à la volée, dans un ordre totalement indifférent et sans rapporter les différentes mesures (repos, effort) à chaque enfant. Les conditions ne sont pas réunies pour permettre une comparaison des mesures pour un même enfant et ensuite entre enfants, or « *pour la suite du travail c'est important* » (ibid.)

Au cours du groupe de séances de S1 à S3, P3 propose de tester une affirmation, posée comme hypothèse, « le rythme cardiaque et la respiration varient avec l'effort ». Si l'idée est de remarquer une augmentation du rythme cardiaque à l'effort par exemple, pour les élèves de la classe, l'organisation des données au tableau ne permettra pas d'aboutir à cette mise en relation. La désorganisation des données recueillies empêche de repérer une variation dans ce sens qui pourrait valider l'hypothèse de départ, de mise en lien cœur-respiration-intensité de l'effort. La transposition de pratiques de référence se heurte ici à une forme d'échec. Nous poursuivons l'analyse de cet extrait, qui est révélateur d'une autre limite, dans le paragraphe suivant.

3.2.1.3. Utiliser un modèle ou produire un modèle explicatif ? Une certaine ambiguïté

L'extrait que nous venons de donner, indique que des résultats, énoncés par des élèves, ne sont pas pris en compte par P3. Par exemple, les tours de parole 48 et 49 sont des résultats (« *plus c'est petit plus ça bat vite* », « *les CMI ils vont plus vite que les nôtres* »), fournis par des élèves, vis-à-vis d'une première lecture des données : le rythme cardiaque est plus élevé chez un enfant jeune que chez un enfant plus âgé. Il n'est pas nécessaire de disposer d'un modèle explicatif pour énoncer ce résultat, et d'ailleurs les élèves n'en disposent pas à ce moment-là. Cela n'est pas pris en compte par P3, au cours de ce jeu S2j3, qui engage la classe dans une autre direction, celle d'éliminer des données sur la base d'une connaissance *a priori*, que P3 possède, de moyennes ou de valeurs de référence, « *y a-t-il des mesures qu'on va pouvoir éliminer parce qu'elles paraissent vraiment très très éloignées de ce qui est globalement la moyenne* » (P3 en 50) ; « *y a-t-il là des données tellement éloignées de la réalité qu'on va pas les garder* » (P3 en 58). Ces deux interventions supposent que l'on dispose, à ce moment-là, d'éléments de référence au nom desquels on éliminerait des valeurs dites « aberrantes ». Or, le tableau de référence donnant les valeurs moyennes pour un enfant de 12 ans (voir analyse *a priori*, Document 12, p. 233) ne sera donné aux élèves qu'en S3j2, soit après ce jeu S2j3. On peut donc pointer ici qu'il y a confusion entre deux idées. D'une part, celle de vouloir bâtir un modèle

expliquant, à la suite du traitement des données, que respiration et rythme cardiaque sont en lien, de telle façon qu'ils augmentent avec l'effort de l'organisme et d'autre part, le présupposé que l'on possède déjà un modèle en vertu duquel on peut alors éliminer des données qui ne correspondent pas avec ce modèle théorique de référence. L'ensemble du traitement des données, en S3 notamment, est basé sur cet implicite et introduit de la confusion « *pourquoi vous voulez éliminer les plus gros* » demande un élève en 61 : s'agit-il de confirmer un modèle théorique, fourni d'emblée, ou s'agit-il de construire tout ou partie du modèle ? Au final, on arrive donc à des conclusions qui étaient à l'origine un postulat, ce qui nous fait dire que cette démarche, ici dans la classe, est tautologique comme nous avons pu l'anticiper au cours de l'analyse *a priori*.

Enfin, nous avons également remarqué au cours de l'analyse *a priori* qu'au cours de la séance S3 se posait la question du statut de l'erreur et de la mesure ; le tableau de référence (de S3j2) n'est pas utilisé comme tel, c'est-à-dire comme une référence, puisqu'on élimine les mesures dites « aberrantes » (en S2j3 et S3j1) et *ensuite* on se sert du tableau de référence, notamment pour construire les diagrammes rythmes respiratoire et cardiaque en fonction de l'effort, en S3j2 et S3j3. Le tableau de référence n'est pas un outil pour lire les données recueillies en situation ; il est un prétexte pour dire que l'on a bien fait d'éliminer des données. C'est donc que l'on suppose posséder *a priori* un modèle expliquant les liens entre respiration, activité cardiaque et effort ; cela renforce l'argument tautologique évoqué précédemment. Au final, quand P3 questionne les élèves sur la validité des mesures effectuées :

150.P3 :--oui mais c'est par rapport aux autres peut être que tu t'es agité avant est-ce que tu étais vraiment au repos tu as couru en arrivant sur le stade alors tu n'étais pas tant que ça au repos y'a plein plein de petits facteurs qui font que nos mesures sont différentes les unes des autres bon nous avons fait une expérience une expérimentation et puis on s'aperçoit que y'a pas mal de chiffres qui nous semblent un petit peu bizarres voir même aberrants / dans certains cas on constate qu'on était pas forcément tous exactement dans le même état au moment des mesures état de repos ou état de fatigue est-ce que donc une expérience comme ça comme nous avons mené peut être considérée comme menant à un résultat scientifique dont on est sûr qu'il va être juste ?

Extrait 38. Extrait de S3j2 « Analyser les résultats en regard d'un tableau de référence ». Minute 26 à 40. Interactions 150 à 205.

c'est plutôt l'erreur faite au cours de la collecte des résultats, en S2j3 qui justifie de revenir sur la façon de produire des résultats et de fournir un tableau de référence. On notera en outre, que P3 parle, en situation, de résultats scientifiques « *justes* » ; les mesures recueillies, les données ne peuvent être justes ou fausses ; elles sont ce qu'elles sont et elles sont ensuite interprétées en lien avec un cadre théorique, dont les élèves ne disposent pas à ce moment-là.

Ces éléments introduisent une sorte de confusion chez les élèves qui ne possédaient pas de cadre théorique pour éliminer certaines valeurs chiffrées et qui notent bien au cours des entretiens post que le tableau de référence n'est venu qu'après les éliminations de données chiffrées : « *on a regardé les différentes mesures qu'on avait, on en a barré parce qu'elles nous paraissaient un peu plus élevées ou un peu plus en bas, après on a eu les moyennes des enfants de moins de, euh, de 12 ans* » (entretien post élèves, annexe, p. 234). Les élèves interrogés ne savaient donc pas pourquoi certaines valeurs étaient éliminées : « *on effaçait ceux qui nous paraissaient bizarres.* » (*Ibid.*)

Si on note une ambiguïté dans l'usage ou la construction de modèles explicatifs, P3 met en revanche en œuvre des techniques professorales qui rendent très claires à la fois la dévolution de problèmes aux élèves et l'institutionnalisation de savoirs dans la classe, auxquels nous pouvons raisonnablement attribuer le statut de savoirs scientifiques.

3.2.2. Une grande clarté dans la dévolution et dans l'institutionnalisation des jeux concourt à produire des savoirs scientifiques

3.2.2.1. De la position à la dévolution du problème

Une phase de problématisation

Nous pensons pouvoir dire que les trois premières séances sont le support sur lequel s'enchaîne la problématisation à l'œuvre dans cette classe, en S4j0. Les séances S1, S2 et S3 ont permis d'objectiver des liens entre deux paramètres physiologiques au cours d'un effort pour ensuite, à l'attaque de S4, poser le problème de la nature de ces liens et engager le travail, dans la suite de la séquence, sur ce qui fait la mise en relation : la circulation sanguine. Voyons par exemple, à la suite du traitement des données, recueillies en S2 rappelons-le, effectué en S3 en donnant lieu à des graphiques et analyses, comment en début de S4, le problème d'un lien entre fonctions cardiaque et respiratoire est posé en re-questionnant une évidence ou en tout cas, ce qui apparaît comme tel pour des élèves de la classe.

9. P3 :--nous avons donc conclu que lorsqu'on fait un effort / le cœur battait plus vite et la respiration augmentait son rythme
10. LENA :--pourquoi
11. P3 :--oui / voilà la question qu'on se posait moi j'aimerais bien savoir pourquoi lorsque je cours lorsque je fais un effort
12. LENA :--mais on l'a dit parce que on fait un effort physique !
13. MAUD :--quand on court le sang doit aller plus vite
14. LENA (*approuvant*) :--oui oui on l'a dit voilà
15. MAUD :--vu que le cœur augmente il a besoin de plus de sang
Pendant cet échange entre élèves, P3 écrit au tableau :
Pourquoi mon cœur bat il plus vite quand je fais un effort ?
16. MAUD :--et ça va plus vite parce qu'on fait un effort physique le cœur travaille plus
17. P3 :--oui mais pourquoi
18. ELEV :--ben on absorbe plus de sang je crois
19. ELEV :--oui mais pourquoi c'est ça qui faut chercher

Extrait 39. Extrait de S4j0 « Rappel de S3 et problématisation ». Minute 0 à 5. Interactions 1 à 19. Illustration de la position du problème à résoudre, dans les jeux suivants.

Tout le travail ici est de re-questionner une évidence qui ne demanderait pas d'investigation supplémentaire de la part des élèves pour aller plus avant dans les explications : « *mais on l'a dit* » (12), « *oui oui on l'a dit* » (14), le « *voilà* » clôturant fermement le propos et induisant une certaine forme d'« allant de soi » qui ne demande pas de remise en cause. Les propositions de réponse de Maud sont aussi de l'ordre de l'évidence « *le sang doit aller plus vite* » (13), « *le cœur a besoin de plus de sang* » (15). P3 incite alors à revoir « ce qui ne fait pas problème » pour précisément en construire un. Tous les autres jeux de la séquence à partir de S4j1 vont servir le projet de répondre à la question écrite au tableau au cours de S4j0 et vont engager la classe dans la résolution du problème posé, majeur dans cette séquence, et qui s'appuie sur les travaux de S1, S2 et S3. Par ces pratiques installées, depuis S1j0 jusqu'à S4j0, la classe inscrit les savoirs scientifiques comme des réponses à un problème posé en interrogeant des mesures empiriques ; les savoirs sont ainsi d'une certaine façon liés au problème qui leur donne naissance.

Finalement, on peut estimer que la question « pourquoi le cœur bat il plus vite à l'effort ? » a, rétrospectivement, le statut de problème scientifique, car en S4j2, il s'agit bien de fournir une explication à ce phénomène, que la classe a tenté d'objectiver en prenant des mesures de la variation des rythmes cardiaque et respiratoire en fonction de l'intensité de l'effort, en S2j2 et en menant des activités documentaires en S4j1. En ce sens, on pourrait dire qu'on a affaire ici à des savoirs explicatifs (et non simplement descriptifs) d'un phénomène, soutenu par une question en « pourquoi » qui appelle de l'explicatif en recherchant les causes. Ces savoirs sont initiés dans la classe par une question qui fait office, selon nous, de problème scientifique. En outre, ces savoirs prennent ancrage dans une série de mesures empiriques (les mesures effectuées par les élèves eux-mêmes, en S2j2). Nous avons décrit l'articulation douteuse entre ces données empiriques au modèle, convoqué ou à construire, et dont nous avons discuté dans le paragraphe précédent. Malgré tout, ceci milite en faveur de la production, dans cette classe et sur ce point particulier, de savoirs plutôt problématisés et qui n'en restent pas uniquement à l'observation empirique. Les savoirs produits, à partir de S4, sont liés au problème qui a été construit dans la classe en S4j0 et sont des explications à un phénomène objectivé. Ils ne sont pas simplement des réponses à une question ; ils sont en lien avec le problème posé et fournissent des explications nécessaires au phénomène.

Une phase de dévolution efficace

Les jeux sont énoncés avec une grande clarté auprès des élèves qui savent à quel jeu jouer, avec quels enjeux et dans quel but. Donnons un exemple, parmi d'autres, de la clarté des consignes et des enjeux qui constitue une première étape vers la dévolution, à travers le jeu S5j1. À la suite du problème posé en S4j0, et que nous venons de commenter, la classe a élaboré une trace écrite en S4j2⁹⁸ qu'il s'agit désormais de traduire en schéma.

15. P3 :--alors ce que je vais vous demander maintenant à partir de ce texte qu'on a relu ça va être d'essayer de me faire un schéma à la lecture de ce texte /// je vais vous demander de faire un schéma qui représente le texte que vous avez sous les yeux / alors vous allez travailler par groupes je rappelle qu'un schéma ça n'est pas un dessin de la réalité c'est une représentation schématique ça va être une manière de dire la réalité de la façon la plus simple possible pour que ce soit compréhensible par tout le monde

Extrait 40. Extrait de S5j1 «Traduire la trace écrite de S4 par un schéma ». Minute 4 à 46. Interactions 16 à 97. P3 explique en outre ce qu'est un schéma.

Les consignes sont posées, les élèves peuvent saisir l'enjeu du jeu à jouer : donner sa propre explication d'un phénomène par un schéma ; cela n'en fait pas une dévolution à coup sûr. Voyons donc la suite qui témoigne de l'engagement effectif des élèves et qui indique que la dévolution du jeu s'est opérée ; le lecteur pourra, s'il le souhaite, lire l'intégralité des échanges en annexe (Transcription de S5, p. 214). Tous les élèves ont effectivement produit des schémas ; certains ont tenté de traduire un aspect dynamique présent dans le texte à mettre en schéma (« *le sang va plus vite* », « *poumons plus vite* » cf. Figure 23, ci-dessous). On note, dans l'extrait qui suit, que les questions, les précisions et les remarques des élèves, s'ancrent dans le problème en

⁹⁸ La trace écrite à mettre en schéma est la suivante : « II. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ? Pour fonctionner un muscle a besoin de nutriments, notamment de glucose et de dioxygène (O₂). Pour lui arriver ces éléments sont transportés par le sang. Lorsque le muscle est en mouvement, ses besoins augmentent donc le cœur doit battre plus vite (et le sang passe plus vite donc il en passe plus par minute) et la respiration doit augmenter (pour fournir plus d'O₂) ».

jeu (expliquer les liens nécessaires entre cœur, muscle et poumon en produisant un schéma), dévolué, à propos duquel les élèves discutent et réfléchissent. Tous les schémas commentés sont affichés au tableau ; nous reproduisons ici ceux concernés dans l'échange (Figure 23 et Figure 24).



Figure 23. Dessin d'Ilhe et Elis

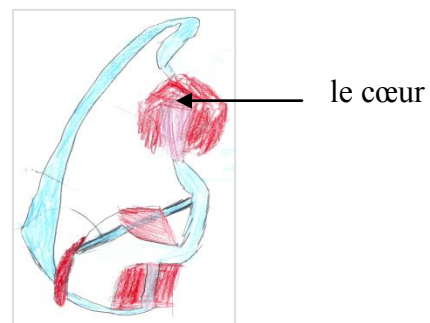


Figure 24. Dessin de Pieh et Gurw

26. MAUD :--je vois pas le schéma en haut à droite / je vois le cœur et après je vois pas ce que c'est (en référence au dessin d' Ilhe et Elis. P3 approche le dessin près de Maud) ben on a l'impression que le glucose arrive du cœur
27. P3 :--euh non ce sont des flèches qui arrivent dans le cours de la circulation alors qu'est-ce qui pourrait manquer si on voulait rajouter quelque chose
28. ELEV :--l'oxygène
29. MAUD :--ben montrer que ça vient pas du cœur
30. P3 :--montrer que ça vient pas du cœur et donc
31. ELEV :--on pourrait mettre les poumons
32. P3 :--oui / les poumons sont là sur la figure et l'arrivée de dioxygène est là un peu plus bas effectivement donc qu'est-ce qu'on aurait pu faire ?
33. LENA :--une veine enfin on pourrait rapprocher les poumons de ça (en désignant O₂ sur la figure) avec euh faire un petit tuyau où l'air passe et après ça s'injecte dans le sang
34. P3 :--d'accord on aurait pu faire un lien entre les poumons et l'oxygène
35. LOLA :--celui-là (en référence au schéma de Pieh et Gurw) on peut l'expliquer ?
36. PIEH :--là y'a le cœur et puis tout ce qui est en rouge c'est les muscles
37. P3 :--oui alors ça circule du cœur au muscle ou du muscle au cœur on sait pas y'a pas de sens mais y'a un lien par le sang
38. ILHE :--oui mais là ils expliquent pas qu'y a des nutriments et le glucose
39. P3 :--ah ! dans ce schéma-là y'a pas la présence des nutriments du glucose il n'y a pas non plus de dioxygène / est-ce qu'on aurait pu le rajouter ?
40. PICK :--oui / comme l'oxygène passe par les veines on aurait pu mettre des petites bulles avec marqué dedans dioxygène
41. P3 :--oui donc on aurait pu le rajouter

Extrait 41. Extrait de S5j1 «Traduire la trace écrite de S4 par un schéma ». Minute 26. Interactions 26 à 41. Quelques échanges montrant que la dévolution du jeu a eu lieu.

Cet extrait indique que les élèves ont accepté d'entrer dans le jeu (produire des schémas explicatifs d'un phénomène, voir les exemples ci-dessus) et donc, que la dévolution a été efficace car, ces échanges en témoignent, les élèves sélectionnent des éléments, à partir de leurs productions, en l'occurrence l'énumération des organes ici, à partir desquels il s'agit de faire des relations pertinentes (avec le sang qui pour le dessin 1 est transporteur de nutriments et de dioxygène) ; l'explicitation des liens entre ces organes se poursuivra aux jeux suivants (S5j2, par exemple). Nous avons ici des indices qui nous permettent d'affirmer que la dévolution s'est opérée : des élèves pointent que des éléments semblent faire défaut (sur le dessin 2, les nutriments et le dioxygène en 35 et 37), des liens sont mis en doute (le glucose vient-il du cœur ? en 23) alors que d'autres mises en lien sont suggérées par l'intermédiaire de tuyaux qui pourraient être des veines (en 30), transportant du sang, lui-même transporteur de dioxygène (37). La discussion dans cet échange permet de pointer que pour tous, le sang est un lien entre les organes, en revanche, la comparaison de ces deux schémas permet à la classe certes ce point d'accord mais aussi de constater que tous n'attribuent pas au sang un rôle de transporteur de nutriments et de dioxygène « *ils expliquent pas qu'y a des nutriments et le glucose* » (Ilhe, en 35). Ainsi, dans le dessin 2, le sang est, sur la totalité du dessin, représenté d'une couleur uniforme (en bleu) alors que dans le dessin 1, l'apport d'éléments transportés dans le sang en change progressivement la couleur : c'est alors un milieu hétérogène dont la composition est elle-même soumise à variation, si l'on en croît les variations de coloris sur le schéma. Cette idée d'éléments constitutifs du sang est traduite dans le discours en 30 par « *ça s'injecte dans le sang* » : c'est quelque chose « *ça* » qui est « *dans le sang* », il n'y était pas avant, il y est maintenant. Quoiqu'il en soit, ces éléments nous permettent de dire que le problème construit en S4j0 est celui de la classe, même s'il est compris à des niveaux différents pour un certain nombre d'élèves (sur la base des schémas produits), et que la dévolution a eu lieu, suite à la construction du problème. A la suite de ces deux extraits (Extrait 40 et Extrait 41), on peut dire que la construction collective d'un problème à résoudre participe de la dévolution des jeux, rendue effective à travers l'implication des élèves dans les jeux eux-mêmes.

Fort logiquement, avec des enjeux très clairs des jeux à jouer et une dévolution correctement opérée, on observe, dans cette classe, une institutionnalisation à l'issue de certains jeux qui mène à la production de savoirs de type scientifique.

3.2.2.2. Une institutionnalisation forte des savoirs

Les phases d'institutionnalisation au cours des jeux S3j4, S4j2 et S6j2 disent clairement les savoirs construits et les resituent par rapport au problème de départ à résoudre, notamment pour S4j2 et S6j2. D'une façon générale, par une phase de dévolution, dont nous avons vu l'efficacité, les élèves s'approprient le problème à résoudre, à des niveaux différents, qui débouche sur des activités de recherche adaptées et finalement une institutionnalisation forte. Par ailleurs, les écrits dans cette classe sont très nettement identifiables. Les traces écrites finales, (nous en fournissons un exemple dans l'Extrait 42, ci-dessous), sont toujours écrites collectivement, sous la dictée des élèves, par P3 et en interaction ; le questionnement est clairement identifié par rapport aux éléments qui apportent explication des phénomènes. La formulation des acquis est le résultat d'échanges collectifs. Nous laissons au lecteur la possibilité de consulter la construction des traces écrites en annexe (par exemple Transcription de S6, p. 220) ; nous proposons ici l'analyse de la trace écrite de S4j2.

- 166.P3 :--je voudrais qu'on explique pourquoi mon cœur bat plus vite lorsque je fais un effort voilà
- 167.ETAN :--pasque les muscles ils ont besoin de plus de nutriments
- 168.P3 :--alors déjà / on peut dire que pour fonctionner un muscle a besoin
- 169.ELEV :--de sang
- 170.ELEV :--de nutriments
- 171.ELEV :--de plus de sang
- 172.P3 :--pour fonctionner est-ce qu'il a besoin de plus ?
- 173.MAUD :--il a besoin de sang
- P3 écrit au tableau :*
- Pour fonctionner un muscle a besoin de*
- 174.ELEV :--il a besoin que le sang PASSE
- 175.ELEV :--il a besoin de nutriments
- 176.P3 :--ah ! il a besoin de nutriments notamment
- 177.ELEV :--du glucose
- 178.P3 :--oui et de quoi d'autre ?
- 179.ELEV :--d'alvéoles
- 180.ELEV :--non /c'est dans les poumons
- P3 écrit :*
- nutriments, notamment de glucose et de*
- 181.ELEV :--d'O₂ de l'oxygène (*P3 écrit*)
- Dioxygène (O₂)*
- 182.P3 :--alors comment est-ce que ça lui arrive tout ça les nutriments et le dioxygène ils sont comme ça dans le muscle ?
- 183.ELEV :--ils passent dans le sang
- 184.P3 :--ah ! il faut peut être le dire *et P3 écrit :*
- Pour lui arriver*
- 185.LENA :--pour lui arriver le sang va le chercher aux poumons
- 186.P3 :--alors on va reprendre la phrase *et P3 écrit :*
- Ces éléments sont transportés par le sang*
- 187.P3 :--bon / ça c'est la première des choses / c'était important à dire on l'avait pas dit jusqu'à maintenant / un muscle pour fonctionner a besoin de glucose de dioxygène et ça lui arrive par le sang d'accord / ensuite
- 188.LENA :--quand le muscle est en mouvement il a besoin de plus d'oxygène et le sang passe plus vite ses besoins augmentent donc la circulation sanguine va augmenter il a besoin de plus de sang donc le cœur bat plus vite *et P3 écrit :*
- Lorsque le muscle est en mouvement, ses besoins augmentent donc le cœur doit battre plus vite*
- 189.P3 :--précisons le cœur bat plus vite mais est-ce pour autant comme le disait Haon il y a plus de sang dans le muscle ?
- 190.ELEV :--non ! il passe plus vite et c'est tout !
- 191.P3 :--alors on le précise *et P3 écrit :*
- (et le sang passe plus vite donc il en passe plus par minute)*
- ...
- 194.MAUD :--le sang passe plus vite et c'est pour ça aussi qu'on respire plus vite parce qu'il a besoin de plus de dioxygène et plus de dioxyde de carbone
- 195.P3 :--alors comme le muscle a plus besoin de O₂ et de glucose
- 196.ELEV :--le cœur doit battre plus vite
- 197.P3 :--et qu'est-ce qui doit aller plus vite aussi ?
- 198.ELEV :--les battements du cœur
- 199.ELEV :--la respiration / c'est pour ça qu'on est essoufflé *et P3 écrit :*
- Et la respiration doit augmenter*

Extrait 42. Extrait de S4j2 « Élaborer une trace écrite ». Minute 44 à 56. Cet extrait, à la minute 45, montre un temps dans la co-construction d'un résumé, écrit par P3, sous la dictée des élèves et en interaction.

Cet extrait est une confirmation que la dévolution a eu lieu vis-à-vis du problème en jeu (S4j0). Le résumé écrit est élaboré conjointement et reprend les idées essentielles de l'analyse documentaire à laquelle se sont livrés les élèves, au jeu

précédent, en S4j1. Ces savoirs produits sont explicatifs des nécessités pour lesquelles les fonctions cardiaque et respiratoire sont modifiées avec l'intensité de l'effort « *le cœur doit battre plus vite et la respiration doit augmenter* ». Les éléments que le muscle, au repos, utilise sont explicités (les nutriments en 169, 172, 177, du glucose en 179, du dioxygène en 183) et la modification de la consommation en O₂ et nutriments est également éclairée (190)⁹⁹. Les savoirs produits finalement, dans cette classe, le sont en lien avec un problème, au sein d'une mini communauté-classe et que l'on pourrait, par certains aspects, apparenter à une communauté de chercheurs ; P3 dans son propos introductif formule « *je voudrais qu'on explique* » (168) qui donne un caractère général à cette explication à l'inverse d'un « *je voudrais qu'on m'explique* » ; l'explication est celle construite par la communauté-classe, maître et élèves ensemble. Les savoirs produits possèdent au final des caractéristiques (savoirs construits et produits en lien avec un problème, fournissant explication d'un phénomène) qui nous permettent de conclure qu'ils ont un statut de savoir scientifique. Nous restons cependant prudente dans notre formulation, car nous verrons un peu plus loin que certains savoirs vivants dans la classe ne possèdent pas systématiquement ces caractéristiques.

3.2.3. La mésogenèse : une apparente co-construction qui peut reposer sur une certaine ambiguïté

3.2.3.1. Une mésogenèse à la fois produit et processus partagé

Le long extrait qui suit (en S1j4) montre un vrai travail de co-construction, ancré dans les productions des élèves, en l'occurrence ici, des tableaux produits par groupes, et qu'il s'agit de discuter en vue d'en choisir un, adapté pour le recueil de mesures physiologiques. La mésogenèse est bien le résultat d'une co-construction dont le substrat sont les arguments à l'origine de la production des tableaux ; ces arguments sont discutés et au final, sur la base de ces échanges, un tableau sera choisi pour la classe. Nous rapportons un extrait portant sur le tableau que nous reproduisons ci-dessous (Figure 25, p. 264).

SB	SB	LR	PA	PL	GF	TR
♥						
↑						
●						
CR						
CR ²						
TR						

Figure 25. Tableau 2, affiché et expliqué dans la classe n°3.

- 172.P3 :--vous vous asseyez et vous vous tournez vers le tableau / tout le monde voit correctement ? alors vous observez un moment les 4 tableaux /// est-ce que quelqu'un a des remarques à faire ?
- 173.ELIS :--je comprends pas trop où y'a marqué la légende
- 174.ELEV :--oui moi aussi
- 175.P3 :--c'est le tableau 2 c'est ça qui explique le tableau 2 s'il vous plaît ?
- 176.MATT :--les légendes en fait on a fait des dessins pour représenter le cœur les poumons le cerveau dans le tableau et on a mis la légende sous le tableau pour comprendre ce que ça veut dire

⁹⁹ Nous reprendrons l'analyse de cet extrait dans la section suivante pour en produire une analyse sur le plan de la mésogenèse.

- 177.P3 :--d'accord donc la première ligne correspond aux battements du cœur
- 178.ELEV :---non la première ligne c'est nos noms
- 179.P3 :--d'accord la première ligne correspond aux noms de chaque enfant avec les initiales / la deuxième ligne battements du cœur / la troisième ligne
- 180.ELEV :--les poumons combien de fois on respire
- 181.P3 :--la respiration quatrième ligne
- 182.ELEV :--le cerveau
- 183.ELEV :--et qu'est-ce qu'il a à voir le cerveau j'ai pas compris
- 184.ELEV :--ben moi non plus
- 185.ELEV :--et comment on peut faire pour compter
- 186.ELEV :--ben le cerveau il compte aussi
- 187.P3 :--alors comment vas-tu mesurer les battements du cerveau ? est-ce que c'est les battements du cerveau qu'on *inaudible*
-
- 188.P3 :--qu'est-ce que tu vas donner comme résultat alors ? /// bon c'est une ligne effectivement bon cinquième ligne CR ça veut dire=
- 189.LENA :--on a mis course modérée / CR² course rythmée et au repos
- 190.P3 :--alors qu'en pensez-vous les autres de ce tableau ?
- 191.ELEV :--il est bien
- 192.MAUD:--oui au début sans les explications on aurait eu du mal à comprendre mais sinon il est bien
- 193.P3 :--quand tu auras tes mesures où les écris-tu dans le tableau ?
(SAMI passe au tableau et montre une ligne du tableau affiché puis LENA passe et montre une autre ligne)
- 194.ILHE :--mais on peut pas parce que si par exemple on compte le cœur et qu'on le met dans la case de Sami on sait pas si c'est à la course ou pas si c'est un repos on sait pas
- 195.ELEV :--mais si si par exemple c'est course rythmée c'est bien marqué
- 196.ELEV :--mais alors on sait pas si c'est le cœur ou les poumons
- 197.MAUD :--bon par exemple si on prend Sami son cœur il bat en je sais pas par minute comment on va savoir si c'est au repos ou pas tu vois même si on met en face du cœur et que vous dites pas si c'est en course repos ou pas on sait pas en fait les dessins ils servent à rien si vous le mettez dans course modérée on saura pas si c'est le cœur ou la respiration
- 198.ELEV :--ben on va mettre un petit signe à côté
- 199.MAUD :--ben non on saura pas si c'est cœur ou respiration
- 200.P3 :-- bon OK alors peut être un petit problème de lisibilité sur ce tableau (*en référence au tableau 2*)

Extrait 43. Extrait de S1j4 « Choisir un outil de recueil des données physiologiques ». Minute 48 à 62. Le début de l'échange à la minute 48 illustre un mode de discussion et d'échanges d'arguments dans la classe.

La mésogenèse est, sur cet exemple, un processus et un produit partagé dans la classe. Il y a discussion, dans cet extrait, d'un tableau produit par un groupe d'élèves (quatre tableaux au total seront discutés) quant à la pertinence des informations et de l'organisation du tableau. La parole circule librement entre les élèves et des arguments sont discutés, opposés et il en résultera un choix raisonnablement argumenté, celui d'un tableau fonctionnel qui peut faire *consensus* quant aux informations qu'il porte. On note, en outre, que cette construction partenariale est médiée par des régulations professorales qui, la plupart du temps, sont neutres en ce sens que P3 se limite dans ses interventions à des reprises de formulations ou des accords (208, 210, 212 par exemple) et des relances (206, « *qu'en pensez-vous les autres* » en 221) qui laissent une large place aux élèves pour produire et échanger des arguments (Ilhe en 225 « *on peut pas parce que ...* », Maud en 228 « on saura pas si c'est le cœur ou la respiration », repris en 230) et ainsi laisser du côté des élèves la charge de l'avancée des savoirs. Quelques rares questionnements directs (224) ou conclusion (231) sont formulés de la part de P3 de sorte que soit laissé un espace suffisant pour une co-construction par les élèves ; le questionnement de P3 en 224 « *quand tu auras tes*

mesures où les écris-tu dans le tableau » est fondamental en ce sens qu'il permet d'introduire un doute aussi bien chez les auteurs du tableau (deux élèves du même groupe apportent deux réponses différentes à la même question) que chez les commentateurs. En effet en 223, Maud estimait que le tableau « *est bien* » alors qu'après le questionnement de P3, cette élève réexamine le tableau et conclue qu' « *on saura pas si c'est le cœur ou la respiration* » en 228, repris en 230. La conclusion formulée en 231, par P3, « *alors peut être un petit problème de lisibilité sur ce tableau* » l'est à l'issue d'un échange d'arguments entre élèves. Par ailleurs, on note que P3 ne s'attarde pas sur une proposition « mesurer les battements du cerveau » qui semble être une proposition inadaptée pour certains élèves (« *qu'est-ce qu'il a à voir le cerveau* » en 214, 215, 216) et pour laquelle les auteurs du tableau discuté ne proposent pas d'explication supplémentaire ; le propos est alors recentré sur les mesures pertinentes à prendre en compte pour le problème en question et P3 prend, de fait, la décision mésogénétique de ne pas accorder plus d'importance à cet élément et d'écarter *in fine* la proposition en retirant de l'espace de discussion la proposition « mesurer les battements du cerveau » au profit d'autres éléments de discussion qui semblent dans le moment de l'action conjointe plus pertinents. Au cours de l'entretien post protocole, P3 nous dira que cette proposition était trop éloignée du projet en cours pour pouvoir être prise en compte dans l'instant. Cette décision a permis, de fait, de rediriger le débat sur des éléments plus centraux de la discussion en délaissant un élément périphérique ingérable sur le moment. Cette décision permet la poursuite d'un débat qui sans cela aurait emprunté une voie plus sinueuse.

Ce qui se passe, ici en termes de co-élaboration, se produit de façon assez semblable à d'autres moments dans la séquence. Nous pouvons par exemple renvoyer le lecteur à deux jeux assez équivalents en S5j1 et en S5j2 durant lesquels la classe discute de la production de schémas faits à partir de la trace écrite de S4j2 ; on assiste alors aux mêmes modalités de co-élaboration (qui seraient trop longues à rapporter ici). On trouvera ces éléments en annexe (Transcription de S5, p. 214).

3.2.3.2. Modification du milieu lorsque celui-ci devient inadapté pour l'apprentissage

Au cours de la séquence, un exemple est fourni d'une modification du milieu par P3 lorsque celui-ci devient inadapté aux enjeux des jeux. Nous prenons cet exemple en S2, au cours du jeu j4. Les élèves sont revenus du terrain de sport où ils ont pris les mesures de leurs rythmes cardiaque et respiratoire ; P3 note à la volée les mesures, sans ordre, nous l'avons dit, lancées par les élèves oralement. Pour situer l'extrait qui suit, disons que P3 a fait travailler les élèves sur le traitement de ces données mais devant l'impossibilité pour eux de mettre en avant une quelconque variation du fait de la prise des mesures en vrac et donc l'impossibilité de comparer les mesures enfant par enfant, P3 procède à l'ajustement suivant :

103.P3 :--regardez par là / qui est-ce qui a travaillé sur les données du tableau ? (*en montrant le tableau noir*) qu'avez-vous constaté est-ce que vous avez constaté des choses bizarres ?

104.ELEV :--oui

105.LOLA :--c'est que au repos pour la respiration non pour les mesures cardiaques c'est bizarre parce que ça va plus vite qu'après une course après la course modérée on a marqué plus grand au repos

106.LOLA :--pareil pour la course modérée et la course rythmée

107.GABI :--moi j'ai trouvé qu'il y a des différences parce qu'il y en a qui sont au repos par exemple il y a 80 et à la course modérée y'a 72 alors y'en a qui ont plus au repos c'est pas possible

- 108.P3 :--d'accord alors ces chiffres-là repos 80 et 72 course modérée est-ce que c'est le même élève ?
- 109.ELEV :--non
- 110.P3 :--ben pas forcément parce que moi j'ai pris les données mais je les ai prises en vrac je n'ai même pas regardé qui me disait puisque je faisais uniquement à l'oreille
- 111.GABI :--oui mais quand même y'a plus que 72 y'en a qui sont plus grands
- 112.P3 :--donc un même élève peut très bien m'avoir répondu en premier et ensuite non allez en 12ème et ensuite en 13ème donc ça veut dire que les lignes peuvent tout à fait être décalées donc on ne compare pas forcément les données d'un même enfant
- 113.GABI :--oui mais quand même 72 il est plus petit y'a pas ce chiffre dans alors dans les deux cas c'est la même chose y'a quelqu'un qui a fait euh=
- 114.P3 :--tu veux dire que ça c'est gênant et qu'on le barre ?
- 115.GABI :--non non non mais c'est bizarre que en course modérée ils ont fait moins de mouvement de battements du cœur que au repos
- 116.P3 :--oui ça peut s'appeler une mesure ratée parce que vraiment c'est la plus faible (et P3 barre cette mesure au tableau noir)
- 117.P3 :--d'accord alors le problème de ce tableau il était intéressant parce qu'il nous a permis de voir les erreurs et on vient d'en voir une autre mais il ne permet pas de comparer un même enfant donc sur quel document allez-vous trouver la comparaison pour un même enfant ?
- 118.ELEV :--sur nos notes
- 119.P3 :--oui sur vos notes /_par contre sur vos notes n'oubliez pas de faire le travail qu'on a fait là c'est-à-dire de re-multiplier par deux la seule mesure qui était sur trente secondes et multipliez par 4 les mesures qui étaient sur 15 d'accord vous avez encore 5 minutes

Extrait 44. Extrait de S2j4. « Traitement des données ». Minute 62 à 86. Interactions 88 à 117. On est ici au début du jeu, à la minute 62. L'extrait donne à voir comment P3 modifie le milieu d'apprentissage qui ne présentait pas toutes les garanties pour l'apprentissage.

Cet extrait montre l'ajustement, réalisé par P3 en situation, qui, devant une impossibilité (supposée par P3) de travail pour les élèves, remet dans le milieu des éléments qui vont permettre aux élèves de faire le travail d'analyse, à savoir de comparaison, demandé à l'origine de ce jeu. Pour cela, P3 revient sur des données qui peuvent sembler incongrues, repérées par des élèves (Lola en 106 et Gabi en 107 « *c'est pas possible* », repris en 115). En expliquant l'origine de ces bizarreries, en 110 « *j'ai pris les données en vrac* », P3 met en avant la difficulté d'utiliser les données inscrites au tableau noir de la classe par l'impossibilité d'établir des comparaisons (« *ce tableau ne permet pas de comparer un même enfant* » en 117) et suggère alors la possibilité d'adopter une autre stratégie, c'est-à-dire de revenir aux données sources détenues par chaque élève, en 118 et 119. Il y a modification de la mésogénèse de façon adéquate par P3 pour permettre une poursuite du travail d'apprentissage, en l'occurrence le traitement des données par les élèves. Nous avons vu ensuite comment, en S3j2 (cf. Extrait 37, p. 257) la classe rediscute les mesures, élimine les valeurs aberrantes et comment P3 importe un tableau dit de référence et pose la question de la validité des mesures effectuées.

Cet extrait est en outre l'occasion pour nous de repérer vraisemblablement une incompréhension entre P3 et les élèves. Les élèves, en l'occurrence Gabi et Lola sur cet extrait, font, très consciencieusement, le travail demandé par P3 d'analyse des résultats et elles arrivent à un résultat formulé en 105 par Lola « *au repos ça va plus vite qu'après une course* » et par Gabi en 107 : « *y'en a qui ont plus au repos c'est pas possible* ». Ce résultat répond à la commande de P3 « *avez-vous constaté des choses bizarres* », car, de fait, ces résultats sont bizarres, et ils méritent d'être entendus « *oui mais quand même* » en 111 et en 113, repris en 115. Pourquoi l'enseignante de la classe ne veut-elle pas entendre ce résultat qui est aberrant et qui répond à la question posée ? C'est, probablement, parce que P3 veut arriver à la conclusion que ce tableau

« ne permet pas de comparer un même enfant » ; ainsi P3 continue son discours en 112 « donc ... » sans tenir compte du « oui mais quand même » de Gabi. Cependant au bout du deuxième « oui mais quand même », P3 veut bien faire une concession « tu veux qu'on le barre » qui n'est pas du tout du goût de Gabi : « non non non » puisque pour Gabi le résultat « bizarre » est trouvé, il n'y a pas de raison d'ôter du tableau ce qui lui a permis de parvenir à ce résultat ; P3 le fera cependant. Ainsi, P3 avec la vision globale qu'elle a sur les résultats, propose, très judicieusement, de revenir aux données sources afin de pouvoir comparer des mesures comparables (et éventuellement de repérer des résultats du type de ceux fournis par Gabi) pendant que les élèves pensent avoir repéré, à juste titre, les « bizarreries » du tableau ; l'insistance de Gabi signe le décalage qui existe entre les deux discours parallèles qui s'installent dans cet échange. Par ailleurs, nous avons avec cet extrait une confirmation de la confusion entre production d'un modèle et utilisation d'un modèle, dont nous parlions au paragraphe 3.2.1.3, p. 257.

3.2.3.3. Une convocation de registres, différents pour P3 et les élèves, produit un arrière-plan ambigu

Si en première analyse, on peut estimer que la plupart des actions sont co-construites, on peut relever, dans le détail des échanges langagiers produits, comme nous venons de le faire à l'instant, que l'enseignante et les élèves font référence à des arrière-plans explicatifs du vivant qui ne sont pas forcément partagés. Ceci génère un décalage, traduit par les discours, et peut être à l'origine d'une construction de savoirs qui cheminent parallèlement dans la classe mais qui ne sont pas forcément partagés notamment parce que le professeur n'a pas repéré que les uns et les autres évoluent dans des registres différents. Il s'en suit que le milieu, dont font partie les discours produits par les acteurs didactiques, n'est pas si partagé que cela, ou en tout cas, il ne constitue pas une référence partagée complètement. Pour mettre en avant ce décalage dans les arrière-plans explicatifs du vivant, faisant une partie de la pensée des interactants, nous proposons une reprise de l'Extrait 42, p. 263 qui présentait une partie du jeu S4j2 et nous le complétons par des échanges qui signent la fin du jeu, en relation avec l'élaboration de la trace écrite.

<p>166. P3 :--je voudrais qu'on <u>explique pourquoi mon cœur bat plus vite lorsque je fais un effort</u> voilà</p> <p>167. ETAN :--pasque les <u>muscles</u> ils ont <u>besoin</u> de plus de <u>nutriments</u></p> <p>168. P3 :--alors déjà / on peut dire que <u>pour fonctionner un muscle a besoin</u></p> <p>169. ELEV :--de sang</p> <p>170. ELEV :--de nutriments</p> <p>171. ELEV :--de plus de sang</p> <p>172. P3 :--<u>pour fonctionner</u> est-ce qu'il a <u>besoin</u> de plus= ?</p> <p>173. Maud :--il a <u>besoin</u> de sang</p> <p>174. ELEV :--il a besoin que le sang PASSE</p> <p>...</p> <p>188. LENA :--quand le muscle est en mouvement il a <u>besoin</u> de plus d'oxygène et le sang <u>pass</u>e plus vite ses <u>besoins</u> augmentent donc la circulation sanguine va <u>augmenter</u> il a <u>besoin</u> de plus de sang donc le cœur bat plus vite</p> <p>....</p> <p>206. P3 :--bon on va relire (LOLA relit le résumé au tableau)</p>	<p>P3 est sur le registre explicatif des nécessités : « <i>pour fonctionner</i> » (170, 174, 219) et « <i>doit</i> » (210) accompagné cependant d'un certain finalisme « <i>le muscle a besoin</i> » (170, 174, 215), dans la même phrase parfois (219), ce qui introduit un certain flou dans la construction du discours, tant écrit qu'oral, et aussi dans le régime de production des savoirs scientifiques en jeu</p>
<p>II. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?</p> <p><i>Pour fonctionner un muscle a besoin de nutriments, notamment de glucose et de dioxygène (O2)</i></p> <p><i>Pour lui arriver ces éléments sont transportés par le sang.</i></p> <p><i>Lorsque le muscle est en mouvement, ses besoins augmentent donc le cœur doit battre plus vite (et le sang passe plus vite donc il en passe plus par minute) et la respiration doit augmenter (pour fournir plus d'O2)</i></p> <p>207. ELEV :--maîtresse on peut écrire que <u>si le cœur bat plus vite forcément la respiration va augmenter / ben c'est un peu le moteur</u></p> <p>208. P3 :--oui / on l'a quand même écrit ça si je relis sans les parenthèses « le cœur <u>doit</u> battre plus vite et la respiration <u>doit</u> augmenter »</p> <p>209. ELEV :--ah oui c'est bon</p> <p>210. MATT :--quand les muscles ont <u>besoin</u> de sang et de respiration c'est pour ça que quand on court le cœur bat plus vite et la respiration va plus vite / le sang va plus vite dans les muscles et la respiration aussi</p> <p>211. P3 :--on aurait pu parler d'adaptation du corps</p> <p>212. LENA :--aux <u>besoins</u> des muscles</p> <p>213. P3 :--à ses besoins / au besoin des muscles d'accord très bien et alors maintenant qu'on sait tout ça</p> <p>214. ELEV :--ben on a répondu à la question</p> <p>215. P3 :--y'en a d'autres</p> <p>216. ELEV :--et la prochaine question ça va être quoi ?</p> <p>217. P3 :--ah ! ben je sais pas c'est à vous de réfléchir / pourquoi le muscle a-t-il besoin de tout ça ben <u>pour fonctionner pour son fonctionnement</u></p>	<p>Les élèves (Etan, Maud, Lena, Matt) sont uniquement sur un registre finaliste « <i>besoin</i> » (169, 175, 190, 212, 214) dans cet extrait, et sollicitent une vision mécaniste des phénomènes avec un enchaînement linéaire des actions (<i>donc, donc</i>). L'idée sous-jacente d'un vivant mécaniste est présente en 209 (<i>c'est un peu le moteur</i>)</p> <p>NB. Nous pouvons cependant nous reporter à l'Extrait 39, p. 259 où l'on peut noter que Maud, en proposant la formulation « <i>quand on court le sang doit aller plus vite</i> », est sur une nécessité. La vision mécaniste ne fait peut être donc pas l'unanimité parmi les élèves.</p>

Extrait 45. Extrait de S4j2 « Élaborer une trace écrite ». Minute 44 à 56. Cet extrait, à la minute 45, montre un temps dans la co-construction d'un résumé, écrit par P3, sous la dictée des élèves et en interaction.

Ces extraits successifs, à l'intérieur d'un même jeu, indiquent les registres explicatifs du vivant différents dans lesquels se situent d'une part les élèves et d'autre part le professeur. Les élèves échangent sur tout cet extrait sur un registre qui est finaliste marqué par les expressions « *les besoins du muscle* » (212, 214), encouragés parfois par P3 dans ce registre (215), mais pas toujours. En outre, les élèves ont

tendance à expliquer une chaîne de réactions en cascade « *on court, le cœur bat plus vite et la respiration aussi* » qui permet de situer leur discours sur des modèles explicatifs du vivant de type mécaniste perceptibles dans l'enchaînement proposé « *si le cœur bat plus vite forcément la respiration va augmenter ben c'est un peu le moteur* » (209). En revanche, P3 revient à plusieurs reprises sur l'idée que pour fonctionner « *le cœur doit battre plus vite et la respiration doit augmenter* » (210), avec des éléments du discours de P3 qui situe celui-ci dans le champ des nécessités « *doit ... pour fonctionner* » (210, 219) et en référence, sans doute, à un modèle du vivant vraisemblablement cybernétique qui considère des relations dynamiques entre les fonctions physiologiques, cardiaque et respiratoire, avec ajustement suite à des modifications pour maintenir un équilibre dans le système, ce qui est une façon de penser les choses très différente de la vision mécaniste repérée chez les élèves. Ce sont là deux conceptions du vivant et de la vie qui ne se rencontrent pas¹⁰⁰. Quand le professeur évoque des nécessités (*doit* en 210) pour tenter de maintenir des constantes, dans une approche cybernétique, son propre discours est encadré par des remarques d'élèves qui indiquent qu'ils fonctionnent, eux, sur un registre finaliste et mécaniste (*moteur, besoin* en 209 et 211, 212). Il n'est donc pas sûr que la compréhension ici soit totale entre P3 et les élèves. Dans la trace écrite finale elle-même, on retrouve la coexistence de ces deux registres explicatifs : cohabitent à la fois le terme de *besoin* (véhiculant un certain finalisme) qui serait le registre proposé par les élèves et le *doit* (véhiculant une nécessité) qui serait le registre du professeur et vers lequel P3 pourrait souhaiter engager la classe. On peut interpréter ces échanges en disant que P3 n'a pas conscience de l'existence simultanée de ces deux registres et cette ambiguïté non voulue perdure sans qu'il y ait de projet de rapprocher à un moment donné ces deux champs explicatifs. Cette interprétation est validée par P3 au cours de l'entretien post protocole. C'est en cela que nous pensons pouvoir mettre en doute une co-construction systématique ; un écart existe dont les preuves sont ici langagières. La convocation de ces deux registres différents crée un arrière-plan peu propice à une compréhension mutuelle. C'est l'ensemble de ces éléments qui nous fait dire que la mésogénèse pourrait être faite de milieux différents dont les références épistémologiques ne sont pas les mêmes. Ce sont finalement deux conceptions du vivant qui ne se rencontrent pas forcément, celle de P3 qui se situe dans le champ du modèle du vivant « la vie comme information », en convoquant des références cybernétiques alors que les élèves sont sur un registre et une conception du vivant qui serait proche d'un modèle mécaniste.

3.2.4. En termes de topogénèse...

3.2.4.1. P3 favorise les interactions entre les élèves

Les interactions qui ont lieu dans la classe sont animées par P3, mais ne passent pas systématiquement par P3. De nombreuses interactions existent entre les élèves, entre eux. Les échanges sont orchestrés par P3 qui ainsi crée les conditions d'une co-élaboration des savoirs entre les élèves et le professeur mais aussi entre les élèves entre eux. Nous en livrons un extrait au cours du jeu S4j1, pendant lequel les élèves doivent comprendre 3 documents à forte valence épistémique ; ce qui est au travail dans cet échange est le débit cardiaque.

76. ELEV :--oui mais maîtresse moi je dis des fois y'a des organes quand tu cours y'en a qui sont pareils que ceux-là qui courent pas (*en rapport avec le doc 2 dessiné*)

¹⁰⁰ Nous renvoyons ici le lecteur à la p. 73 de la partie théorique où ces aspects ont été développés.

77. P3 :--qu'est-ce que tu me dis / reprends
78. ELEV :--ben là sur la photo / les muscles ils sont dix fois plus gros
79. P3 :--ah ! oui Haon
80. HAON :--les muscles ils sont dix fois plus gros quand on court
81. MAUD :--ils sont pas dix fois plus gros ils prennent
82. ELEV :--mais les muscles sur le dessin / ils sont pas rikiki comme ça
83. MAUD :--c'est pas qu'ils sont plus gros c'est qu'ils prennent plus de sang
84. ELEV :--non ils prennent moins de sang
85. MAUD :--non / plus ils sont gros plus ça veut dire qu'ils prennent plus de sang
86. HAON :--eh bien excuse moi mais le cerveau là y'a écrit 750 et là aussi
87. MAUD :--oui / 750 litres de sang par minute
88. HAON :--et les reins c'est pas pareil / ça fait 600 hein
89. P3 :--alors Haon est-ce que tu peux aller jusqu'au bout de ton raisonnement s'il te plaît ?
90. HAON :--ben / les muscles les plus gros / tu fais plus d'effort quand tu cours que quand t'es sur place que tu fais pas de mouvement
91. P3 :--alors si j'ai bien compris tu as remarqué qu'il y avait une grosse tâche / là qui représente quoi
92. Plusieurs ELEV : les muscles
93. ELEV :--non
94. P3 :--relis bien
95. ELEV :--la totalité
96. ELEV :--les muscles
97. ELEV :--le glucose
98. MAUD :--la quantité de sang qu'il y a par minute
99. P3 :--regardez le titre du schéma / Haon débit sanguin au repos et pendant une activité physique autrement dit si je prends la définition de débit sanguin quantité de sang qui traverse mon muscle en une minute à gauche du schéma au repos 1200 millilitres et 12500 millilitres de sang / qu'est-ce que ça veut dire Haon ?
100. HAON :--qu'on en a dix fois plus dans celui-là qui court
101. P3 :--de quoi
102. HAON :--et beh de sang (*un peu agacé*)
103. P3 :--de sang qui passe le muscle ne se gorge pas de sang à exploser / alors est-ce que j'ai eu raison de marquer quand le muscle est actif augmentation du débit sanguin ?
104. ELEV :--oui
105. ELEV :--mais ça reste pas dedans ça passe (*à l'adresse de Haon*)

Extrait 46. Extrait de S4j1 « Comprendre 3 documents pour répondre à la question pourquoi le cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ? ». Minute 5 à 44. Interactions 20 à 162. Après avoir expliqué des mots non compris dans le document à l'étude, des élèves, dont Haon et Maud, travaillent avec P3 la notion de débit sanguin.

Cet extrait est un moyen d'illustrer le type d'échanges pratiqués dans la classe, avec ici une co-construction entre essentiellement Maud, le professeur et Haon. On assiste à des déplacements progressifs au fil des tours de parole pour comprendre une notion fort complexe au demeurant, celle de débit sanguin. C'est par des explications de la part de Maud (par exemple en 82, 84 « *ils prennent plus de sang* », 86, et aussi en 88 et 99 « *la quantité de sang qu'il y a par minute* ») et un étayage de P3 (en 100 « *quantité de sang qui traverse mon muscle en une minute* », 104) que la progression se fait dans le sens d'une meilleure compréhension, par Haon, de la notion de débit sanguin et de son augmentation dans le muscle en situation d'effort. En revanche, il n'est pas certain que la totalité de la classe ait réellement intégré cette notion de débit sanguin ; ceci illustre la charge épistémique des jeux dans cette classe, en général, et sur cette séance S4 en particulier. Nous avons noté au cours de l'analyse *a priori* la forte densité épistémique des documents fournis aux élèves ; nous étions même allée jusqu'à dire que des notions étaient hors de propos pour un cycle 3, notamment dans cette séance S4. Avec l'analyse de ce qui se passe *in situ*, et avec les restrictions que

nous venons de formuler, ce travail ne semble pas hors de portée pour quelques élèves de la classe (Haon, Maud) et au final, des explications sont produites pour certains d'entre eux.

Relativement à ce temps de classe sélectionné ici, nous pouvons remarquer que ces échanges sont aussi un support à l'abandon d'une idée d'irrigation des organes (P3 en 104, « *le muscle ne se gorge pas de sang à exploser* ») pour aller vers une idée de circulation du sang à travers l'organe (l'élève en 106, « *mais ça reste pas dedans ça passe* ») et amorcer ainsi l'idée d'un passage du sang dans un certain sens. En introduisant, sans précaution, cette notion de débit sanguin, c'est tout à la fois considérer comme acquis les notions de circulation à travers les organes et de circuit fermé. Nous avons déjà noté la reprise de cette information par une élève, en S4j2 au Tdp 174, « *il a besoin que le sang PASSE* », lorsqu'il s'agissait d'élaborer une trace écrite rendant compte des recherches pratiquées en S4j1 (Extrait 42, p. 263 ou Extrait 45, p. 269).

3.2.4.2. Mais P3 peut aussi prendre la main et énoncer des savoirs

Il est des cas où les savoirs produits ne sont pas systématiquement le résultat d'une élaboration collective comme nous le rapportions dans les exemples précédents. Ainsi, P3 peut tout à fait livrer des savoirs à la demande, en fonction des questions des élèves. Dans ce cas, c'est une question ponctuelle d'élève qui induit une réponse de la part de P3, comme dans l'extrait qui suit.

83. LENA :--mais comment il fait pour remonter ? c'est bête mais comment ça fait il faut que ça aille vite pour que ça remonte
84. ELEV :--y'a peut être une pompe
85. ELEV :--comment il a la force de remonter en haut ?
86. P3 :--d'abord parce que y'en a d'autres qui le pousse et ensuite parce que dans tes vaisseaux sanguins y'a des toutes petites valvules comme des petits crochets qui aident à la circulation

Extrait 47. Extrait de S6j1 « Comprendre le fonctionnement de la circulation sanguine à l'aide du document de S5j3 ». Minute 0 à 26. Interactions 1 à 93. Des éléments sont donnés pour expliquer comment le sang revient au cœur malgré la pesanteur.

Nous invitons le lecteur à se reporter à l'exemple analysé un peu plus loin relatif aux échanges gazeux respiratoires (Extrait 51, p. 277) qui présente aussi le cas d'un apport de connaissances de la part de P3, en réponse à une question d'élève.

Finalement, nous avons eu l'occasion, au travers des extraits déjà fournis, de constater que les topos élèves et professeur sont équilibrés, chacun prend et assume sa place dans l'avancée des savoirs, avec la caractéristique dans cette classe de favoriser les échanges inter élèves.

3.2.5. Une chronogenèse en deux temps et à forte densité épistémique

3.2.5.1. De la mise en problème aux nécessités

La séquence présente, dans un premier temps, des séances qui font entrer les élèves, nous l'avons dit, dans des pratiques en référence à celles de chercheurs telles qu'elles pourraient se dérouler dans la communauté scientifique ; ces séances sont une forme de scolarisation de l'activité scientifique (Schneeberger, 2005) ; elles donnent une image d'une science qui peut se faire. En outre, ces séances fournissent une situation d'entrée qui permet de relever une série de données empiriques qui correspondent à une sélection d'éléments dont on va par la suite chercher à comprendre les liens qui les attachent ; ces trois séances visent l'objectivation d'un lien entre rythmes cardiaque et respiratoire, en situation d'effort. S4j0 est le lieu de la

mise en problème qui guidera toute la suite du travail de la séquence ; nous avons déjà analysé ce temps de la mise en problème (dans le paragraphe 3.2.2.1, p. 259). Nous avons rapporté le jeu S4j0 (Extrait 39, p. 259, auquel le lecteur peut se reporter) qui est donc essentiel dans cette séquence en ce sens qu'il pose un problème assis sur l'analyse de données empiriques et à partir duquel des investigations seront menées. Toute la séance S4, dont nous avons dit qu'elle était à forte densité épistémique, installe la circulation du sang comme une nécessité pour apporter des éléments utilisés par le muscle (« ...ces éléments [O₂ et nutriments] sont transportés par le sang ... le cœur doit battre plus vite », extrait de la trace écrite de S4j2). Le passage du sang dans le muscle, niant l'idée d'irrigation, est amorcé en S4j1, lors du travail sur le débit sanguin (« le muscle ne se gorge pas de sang, à exploser » [P3]) et nous avons déjà relaté au cours du jeu S4j2 comment s'installe cette première nécessité, celle d'un passage du sang, transporteur de dioxygène et de nutriments, dans le muscle.

Pour fonctionner un muscle a besoin de

- 174.ELEV :--il a besoin que le sang PASSE
 175.ELEV :--il a besoin de nutriments
 176.P3 :--ah ! il a besoin de nutriments notamment
 177.ELEV :-- du glucose
 178.P3 :--oui et quoi d'autre ?
 179.ELEV :--d'alvéoles
 180.ELEV :--non c'est dans les poumons
 181.ELEV :--de O₂ de l'oxygène
 182.P3 :--alors comment est-ce que ça lui arrive tout ça les nutriments ? et le dioxygène
ils sont comme ça dans le muscle ?
 183.ELEV :--ils passent dans le sang

Extrait 48. Extrait de S4j2 « Élaborer une trace écrite ». Minute 44 à 56. Cet extrait, à la minute 45, montre un temps dans la co-construction d'un résumé, écrit par P3, sous la dictée des élèves et en interaction ;

A la suite du jeu S4j1, au cours duquel l'idée d'un sang circulant était pour la première fois évoquée « le muscle ne se gorge pas de sang », dans ce jeu S4j2, on peut estimer que les élèves, qui interviennent dans cet échange, ont l'idée que le sang est un ensemble hétérogène contenant entre autres des nutriments et du dioxygène ; ainsi de sang circulant, le sang devient une voie de transport en n'étant plus saisi comme un tout mais comme constitué d'éléments séparés dont certains peuvent servir l'approvisionnement des muscles. C'est cela qui permet de faire du sang un transporteur et inscrire ainsi la circulation du sang comme une fonction de nutrition. Il semblerait que professeur et élèves donnent la même signification à la fonction du sang (185, 186 « ils passent dans le sang ») et qui est propice à la compréhension de la notion de sang transporteur. Cet aspect est, de notre point de vue, renforcé par la réalisation des schémas au cours de S5 (nous en avons analysé deux, cf. Extrait 40, p. 260) qui fait travailler les élèves sur les liens possibles entre les organes et le sens possible d'un transport de ces éléments (nutriments et dioxygène) par le sang, et en invitant les élèves à figurer schématiquement le dioxygène et les nutriments distribués au muscle : rappelons-nous, « *comme l'oxygène passe par les veines on aurait pu mettre des petites bulles avec marqué dedans dioxygène* » (Extrait 41, Tdp 40, p. 262) était une remarque critique adressée à un schéma dans lequel ne figurait pas les éléments transportés par le sang. Nous avons alors estimé que professeur et élèves échangeaient sur un même registre : la nécessité d'un sang circulant et transporteur. Cette nécessité d'un sang transporteur de dioxygène et de nutriments semble être construite conjointement dans la classe à la fin de S5j2. Du point de vue de la chronogenèse, poser, après l'avoir construite, et nous avons vu de quelle manière, cette nécessité, est une étape fondamentale dans la classe n°3.

3.2.5.2. Puis un enchaînement chronogénétique de contenus à forte densité épistémique

C'est après cette nécessité dégagée, par toute la classe nous semble-t-il, d'un sang transporteur, qu'un agencement de notions fondamentales à propos de la circulation du sang est proposé, dans les séances suivantes, afin de comprendre comment est réalisée cette nécessité d'un sang transporteur. La séance S5 permettra notamment de s'interroger sur les liens sanguins qui peuvent permettre le transport des éléments nécessaires au fonctionnement musculaire, le schéma de la double circulation sanguine sera à l'appui de la compréhension de la distribution du sang oxygéné et celui chargé de déchets dans le corps (S5j3, S6j1 et S6j2) ; les derniers jeux de la séquence approcheront la mise en mouvement d'une masse sanguine, oxygénée ou chargée de déchets, par l'intermédiaire du cœur (S6j3 et S7j1, S7j2) au sein duquel des valves imposent un sens unique de circulation du sang. Au final, les pratiques dans cette classe, du point de vue de la chronogénèse, montrent une construction de savoirs guidée par la mise en place de contraintes, d'éléments qui imposent que les choses soient ainsi et pas autrement ; c'est un certain nombre de nécessités qui président à la construction des savoirs dans cette classe. On peut alors avoir l'impression d'une accélération chronogénétique à partir de S4 mais c'est qu'en réalité tous les éléments nécessaires ont été posés et il s'agit d'organiser les contenus, dont on a repéré les nécessités, pour expliquer un phénomène. Ainsi, le dernier jeu de la séquence est consacré à l'observation d'une dissection d'un cœur. La situation temporelle de cette observation est une réponse aux contraintes et nécessités dégagées préalablement « *j'ai choisi de leur donner la théorie et ensuite en S7 la pratique même si c'est pas eux qui vont pratiquer en leur montrant un cœur* » (entretien P3 ante S7, annexes, p. 157) ; l'observation est outillée et enrichie de tous les éléments théoriques amassés au cours des jeux précédents « *j'ai fait ce choix-là, la théorie et ensuite le cœur j'ai pensé que plus ils auraient d'éléments théoriques plus ils profiteraient de la dissection* » (*Ibid.*). Ainsi, à partir de S5, une série de contenus sont abordés, depuis la recherche de liens possibles entre cœur/poumons et muscle, aux notions de sens unique, de circuit fermé, de surface d'échanges, de pompe mettant le sang en mouvement. Nous proposons à la suite deux exemples, un relatif à la notion de circuit fermé à sens unique et à volume constant et un autre relatif aux surfaces d'échanges. Ces deux exemples sont représentatifs de la densité épistémique des jeux pratiqués dans la dernière partie de la séquence.

La notion de circuit fermé à sens unique et volume constant

Nous donnons des extraits des jeux S5j2 et S6j1 au cours desquels les notions de circuit fermé à sens unique et volume constant sont approchées. Après avoir construit l'idée que c'est le sang qui transporte nutriments et dioxygène aux muscles (S5j2), la classe travaille ensuite avec un schéma de la double circulation sanguine qui est commenté au cours de deux jeux successifs.

<p>Extrait de S5j2 « Élaborer un schéma des liens possibles entre cœur, muscle et poumon ». Minute 46 à 56. Interactions 98 à 148. Ici, à la minute 56, à la fin du jeu est évoquée la notion de circuit.</p>	
<p>141. P3 :--bon / on a l'idée que les muscles sont nourris en oxygène / en nutriments alors on a dit que le sang passait de plus en plus vite alors vous avez demandé à faire remonter le sang des muscles vers les poumons pourquoi</p> <p>142. LENA :--<u>pour se recharger</u> et après redescendre</p> <p>143. ELEV :--et <u>refaire un tour après</u></p> <p>144. P3 :--si <u>vous me parler de la notion de tour</u> moi j'en conclus que <u>peut être vous avez une idée de circuit</u></p> <p>145. PICK :--<u>qui ne s'arrête jamais</u></p> <p>146. P3 :--qui ne s'arrêterait jamais</p> <p>147. ELEV :--à <u>part quand on est mort</u></p> <p>148. Maud :--<u>ça fait toujours le même trajet sauf que au repos ça le fait moins rapidement</u></p>	<p>Par rapport à l'Extrait 41 analysé, les élèves ont quitté le registre de l'énumération des organes pour proposer des mises en relation « le sang va se recharger aux poumons » et « redescendre » (142)</p> <p>Notion de « trajet » (148) qui n'est pas équivalent à « circuit » (144)</p>
<p>Extrait de S6j1 « Comprendre le document de S5j3, schéma de la circulation sanguine ». Minute 0 à 26. Interactions 1 à 93. Ces échanges, de la minute 18 à 23, portent sur la précision apportée par P3 concernant la circulation du sang à sens unique et à volume constant.</p>	
<p>56. P3 :-- est-ce que ça peut <u>aller dans un autre sens</u></p> <p>57. ELEV :--<u>non c'est un circuit fermé</u></p> <p>58. P3 :--alors qui dit circuit dit qu'il y a un <u>sens de circulation</u> et qui dit fermé c'est bon que ça tourne <u>toujours dans le même sens</u> et que ça <u>ne peut pas sortir</u> mais alors dites-moi j'ai une partie rouge et une partie bleue je ne comprends pas</p> <p>59. MATT :--le bleu c'est le transport du CO₂ et en rouge c'est le transport de l'O₂</p> <p>60. P3 :--mais alors est-ce que c'est le même sang ou est-ce que ça n'est pas le même sang ?</p> <p>61. PICK :--si c'est le même sang mais c'est juste pour différer <u>c'est le même sang</u> le sang de l'O₂ et du CO₂ c'est pareil / c'est le même sang</p> <p>62. GURW :--c'est le même sang <u>mais il perd son oxygène à force de tourner</u></p> <p>...</p> <p>87. P3 :--la difficulté c'est de penser que c'est en continu / là on suit une goutte de sang elle vient des poumons elle part dans le cœur elle va dans les tissus elle décharge son oxygène elle récupère du CO₂ etc. // du sang y'en a partout il fait un circuit mais le <u>circuit</u> il est <u>plein</u> y'a pas que une goutte qui fait des choses chacune à son tour toutes les gouttes font des choses toutes en même temps mais pas la même chose</p>	<p>Le circuit dont on avait évoqué l'existence précédemment semble confirmé ici à la suite de la présentation du schéma de S5j3.</p> <p>Ce circuit est fermé (57), à sens unique « toujours dans le même sens » (58) et plein de sang (86) qui perd son oxygène à force de tourner (62)</p>

Extrait 49. Extraits de deux jeux successifs S5j2 et S6j1.

Pour conclure le jeu S5j2, P3, en 131, reformule les acquis de S4j2 « *on a l'idée que les muscles sont nourris en oxygène, en nutriments* » et du début du jeu que nous commentons « *vous avez demandé à faire remonter le sang des muscles vers les poumons pourquoi* ». Nous remarquons que les élèves ont quitté le registre de l'énumération des organes (que nous avons rencontré lors de l'analyse de l'Extrait 41), entre lesquels les élèves recherchent des liens, pour accéder au registre des fonctions de ces organes. Les poumons servent à *recharger* le sang (132) avant qu'il ne redescende. Quant au sang il va *refaire un tour* (133) ce que P3 prolonge, en l'interprétant, comme étant à ce moment-là un *circuit* (134). Ici, on note que des élèves semblent en accord avec l'extension du terme *tour* vers le terme *circuit* puisque, en 135 et 137, des élèves poursuivent les phrases de P3 alors qu'un possible désaccord est marqué par Maud en 138 qui parle de *trajet*, c'est-à-dire un déplacement linéaire d'un point à un autre sans forcément contenir l'implicite d'un chemin circulaire comme avec le terme de circuit ; d'ailleurs à ce moment-là du jeu S5j2, les

élèves ont tenté de produire des trajets possibles de sang entre les organes et Maud s'en tient à cette formulation.

La suite de l'extrait présente des explications relatives à un schéma de la double circulation sanguine donné aux élèves. Examinons les commentaires à propos de ce nouveau modèle de la circulation sanguine, introduit en S5j3. Au cours de ces échanges, prenant appui sur un schéma de la double circulation, un accord semble se faire autour de l'idée d'un « *même sang* » (Pick en 61), circulant dans « *un circuit fermé* » (élève en 57), à sens unique (P3 en 58), distribuant du dioxygène « *à force de tourner* » (Gurw en 62) et récupérant du CO₂ (Pick en 61) ; le volume de sang étant constant (P3 en 86) dans le système, car le sang « *ne peut pas sortir* » (P3 en 58).

La façon dont le sens unique est réalisé, est abordé en S7j1 (avant-dernier jeu de la séquence où il s'agit de comprendre l'anatomie cardiaque) et des éléments développés dans ce jeu font écho à l'extrait précédent et renforce l'idée d'un sens unique de circulation du sang dans un système à volume constant, mais vu ici depuis l'organisation anatomique du cœur. La nécessité d'une circulation du sang à sens unique « *sinon ça irait dans tous les sens* » (47) est réalisée par les valvules du cœur qui imposent un sens unique de circulation, dans le cœur et partant dans le corps.

39. P3 :--dites vous avez vu ces petits étranglements entre les oreillettes et les artères vous avez remarqué cela ? (*en désignant les valvules aortiques*)
40. HAON :--beh c'est symétrique
41. P3 :--comment se fait-il qu'il y ait ces resserrements ?
- ...
44. MAUD :--c'est pour pas que ça fasse tout en même temps
45. P3 :--exactement lorsque la pompe se relâche il n'est pas question que ce sang-là revienne au cœur sinon le circuit ne serait plus à sens unique
46. ELEV :--beh si
47. ELEV :--beh non sinon ça irait dans tous les sens
48. P3 :--ces petites valvules permettent de boucher une ouverture pendant que l'autre est ouverte alors c'est pas un petit bouton on off c'est des questions de pressions ça devient compliqué mais ça fonctionne comme ça de manière à ce que le circuit soit à sens unique / il faut des mini portes là qui s'ouvrent et qui se ferment en fonction des moments des battements du cœur c'est la même chose que la dernière fois quelqu'un avait dit comment le sang remonte des pieds jusqu'au cœur on avait dit qu'il y avait des sortes de petites#
49. ELEV :--des trucs là vous avez dit
50. P3 :--des sortes de petites languettes qui permettent au sang de ne pas redescendre trop sauf que là les languettes ne sont pas fermées comme dans le cœur mais c'est un petit peu le même système qui évite que le sang redescende trop facilement

Extrait 50. Extrait de S7j1 «Comprendre l'organisation du cœur, avec le document « le cœur » de S6j3 ». Minute 5 à 50. Interactions 19 à 87. Ici, à la minute 20, un lien est fait avec la notion de valvules abordée au cours d'un jeu précédent (S6j1).

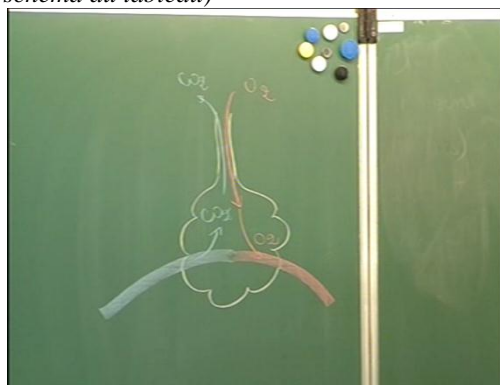
Pour P3, désigner les valvules artérielles à ce moment de la séquence, c'est désigner une structure anatomique qui impose une contrainte au sens de circulation du sang dans le cœur « *c'est pour pas que ça fasse tout en même temps* » nous dit Maud en 44, et, de fait, dans le corps. Ce groupe d'éléments, extraits de différents jeux, viennent à l'appui d'une construction progressive mais toujours très chargée épistémiquement même si des liens sont tendus entre les différents moments de la séquence (48, 49, 50 faisant le lien entre les valvules veineuses et artérielles, cf. Extrait 47, p. 272).

Voici un second extrait venant à l'appui d'une caractéristique des jeux pratiqués dans cette classe n°3 que nous considérons à haute teneur épistémique.

La notion de surfaces d'échanges

Le rôle des capillaires pulmonaires est expliqué sur la demande d'une élève qui pose clairement la question de savoir si ce qui est rejeté au niveau des poumons est de l'air ou du sang. Cet extrait reprend deux idées ; celle que P3 produit des réponses adaptées vis-à-vis de certaines questions d'élèves et l'idée que les jeux sont chargés épistémiquement. Nous livrons un extrait dans lequel la classe commente toujours le modèle de la circulation sanguine.

11. MAUD :--mais par le nez on rejette pas du sang on rejette de l'air alors il va où après ?
12. P3 :--c'est un circuit
13. ETAN :--fermé
14. P3 :--alors c'est la façon dont c'est représenté qui te dérange
15. MAUD :--non mais ce qui sort c'est pas de sang je comprends pas où ça sort
16. P3 :--oui pourquoi n'y a-t'il pas de sang qui ressort ?
17. ELEV :--on serait mort
18. MAUD :--mais comment ça se fait que c'est l'air qui descend et pas le sang c'est ça ma question
19. ELEV :--beh l'air elle passe partout
20. P3 :--quel est le trajet de l'air ?
21. ELEV :--ben il rentre ensuite il va le chercher et ensuite il repart
22. P3 :--bien quand on dit le sang va le chercher qu'est-ce qu'on veut dire exactement ?
23. ELEV :--il vient le voir
24. ELEV :--il se met en bulle
25. P3 :--non il se met pas en bulle / sinon tu mourrais alors quand on a étudié la respiration on a fait un schéma je le rappelle et le fais ici du style= (et P3 fait un schéma au tableau)



26. GABI :--on inspire de l'O₂ et on rejette du CO₂
27. MAUD :--ah ! j'ai compris / l'air sort de la veine
- ...
38. P3 :--oui mais ça passe comment ?
39. ELEV :--ben quand vous expirez ça passe
40. P3 :--c'est la même chose pour les nutriments dans le tube digestif si ça vous rappelle quelque chose les parois sont tellement fines et les molécules dont on parle sont tellement petites que ça arrive à traverser les deux parois / alors je dis pas de bêtise en disant que c'est une question de concentration de part et d'autre qui fait que les molécules passent au travers de la paroi de l'alvéole et du vaisseau sanguin d'un côté et de l'autre côté
41. ELEV :--c'est comme dans le tube digestif / l'intestin
42. P3 :--ok c'est bon là-dessus / on continue on est étai aux poumons

Extrait 51. Extrait de S6j1« Comprendre le fonctionnement de la circulation sanguine à l'aide du document de S5j3». Minute 0 à 26. Interactions 1 à 93. Sur ces deux extraits consécutifs, le passage des gaz respiratoires est expliqué en relation avec le passage des nutriments dans le sang.

Sur cet extrait en tout début de jeu S6j1, la notion de surface d'échanges, au niveau des capillaires respiratoires, est évoquée à la suite d'une incompréhension de la part de Maud qui formule sa question, avec insistance, en trois temps, en 11, en 15 et en 18 « *mais comment ça se fait que c'est l'air qui descend et pas le sang c'est ça ma question* ». À la suite du schéma produit par P3, dans l'instant, en réaction à la question juste posée, Maud déclare comprendre et formule que c'est bien l'air qui sort de la veine (en 27). Cela ne résout pas le problème du « *comment ça passe* » (en 38), puisque précisément il n'y a pas de problème « *ben quand vous expirez ça passe* » (en 39) et contre cette évidence et de sorte à amener les élèves vers l'idée de diffusion des gaz respiratoires dans le sang (en 40), P3 propose tout à la fois une analogie « *c'est la même chose pour les nutriments dans le tube digestif* » et un appel à la mémoire didactique, en 41 « *c'est comme dans l'intestin* ». Ces reprises tant au niveau de la respiration que de la digestion sont des indices de l'épaisseur épistémique des jeux joués tout au long de la séquence et plus particulièrement à partir de S4. Cependant ces reprises ne mettent pas particulièrement en relief la mise en réseau de connaissances, nécessaires pour une approche de la circulation sanguine comme fonction de nutrition qui aurait permis d'entrer dans une compréhension de l'organisme comme un tout intégré, en reliant les différentes fonctions. Ici, la convocation de rappels à propos de la digestion est au service d'une analogie de fonctionnement seulement, pourrions-nous dire, et pour revenir à quelques lignes plus haut, cette analogie sert à expliquer un « *comment ça passe* » qui ne concerne guère que l'enseignante et assez peu les élèves, sauf pour l'élève en 41. On notera enfin que l'analogie qui est proposée ici est une analogie scientifique déjà établie au cours d'un travail précédent dans cette classe ; par exemple P3 ne convoque pas une analogie liée à des faits de la vie quotidienne : elle aurait tout aussi bien pu proposer un modèle de filtre à café pour faire comprendre le passage d'éléments à travers une paroi¹⁰¹. Ce n'est pas le cas ici et cela signe sans doute une volonté de la part de P3 de rappeler un certain nombre d'acquis, supposés, en restant dans un registre scientifique plutôt que quotidien. Le fait de convoquer préférentiellement des références scientifiques plutôt que pratiques ou quotidiennes est un élément à verser au dossier des caractéristiques des pratiques conjointes de cette classe. Il y avait à plusieurs reprises matière à engager des analogies avec des éléments du quotidien, P3 semble se l'interdire, en tout cas, elle ne l'a pas fait. C'est une façon d'entraîner les élèves vers un registre exclusivement scientifique lorsque l'on fait des sciences à l'école et ainsi d'identifier que le langage et les images mobilisés sont ceux du domaine scientifique, pas du quotidien, lorsque l'on fait des sciences.

Pour conclure à propos de la chronogenèse spécifique dans cette classe, nous résumons sur le schéma suivant les temps de la chronogenèse que nous avons pu dégager. Ainsi, la classe part dans les trois premières séances d'un lien entre les fonctions cardiaque et respiratoire et l'activité physique, puis montre la nature de ce lien et part dans les séances suivantes à la recherche de contraintes qui imposent de comprendre ce que le sang doit apporter aux organes et comment il l'apporte. C'est donc bien arriver à des savoirs qui fournissent une certaine explication à des phénomènes mais aussi des savoirs qui disent pourquoi ces explications sont celles-là et pas d'autres, pourquoi cela ne peut pas être autrement. Les savoirs dégagés sont

¹⁰¹ Cela permettrait de travailler l'obstacle de la perméabilité des vaisseaux sanguins, obstacle supposé sans doute dépassé lors de l'étude de la digestion.

apodictiques, pour reprendre un terme emprunté par Orange à Bachelard (Orange, 2005, p. 77).

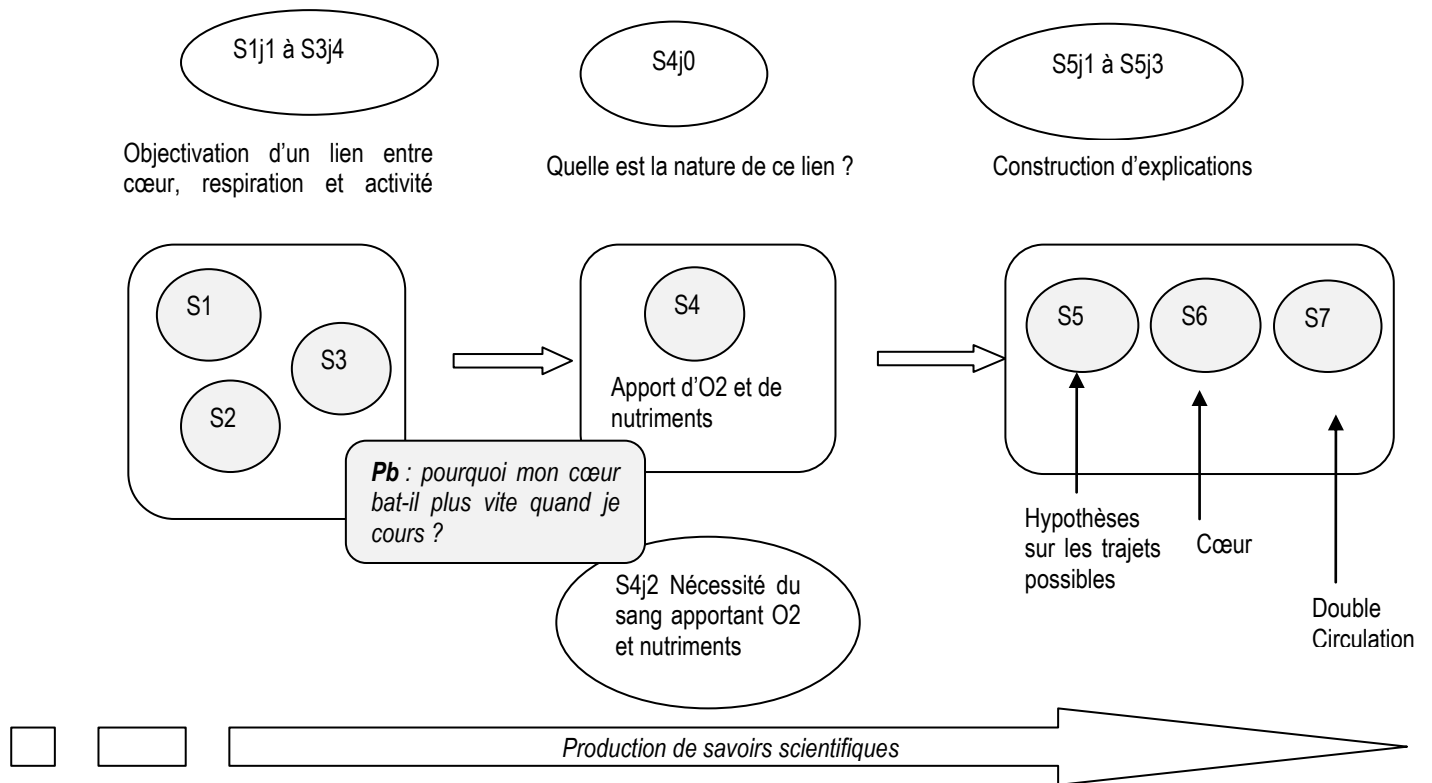


Figure 26. Bilan de la chronogénèse dans la classe n°3.

3.2.5.3. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes dans la classe n°3.

Pour conclure à propos des caractéristiques des pratiques conjointes dans cette classe, on peut formuler qu'une progression est mise en place, dans cette classe, de sorte à produire, avec les élèves, des savoirs qui possèdent le statut de savoirs scientifiques car ils sont produits en lien avec une phase de mise en problème. Les élèves sont amenés à produire des savoirs et des pratiques scolaires de savoirs scientifiques, tout au long de la séquence ; ils sont amenés à produire, en partie, ou utiliser des modèles. Certains des savoirs produits dans la classe sont explicatifs de phénomènes concourant à comprendre la circulation du sang comme une fonction de nutrition. En outre, les échanges entre élèves sont privilégiés dans cette classe ; la parole circule librement entre eux, et entre eux et le professeur. La teneur des jeux joués est à haute densité épistémique, surtout dans la seconde phase, à partir de S5, au cours d'une séquence longue de 7 séances ce qui constitue une durée conséquente pour ce niveau d'étude. Il y a une volonté dans cette classe de pratiquer une activité intellectuelle de modélisation en situant les données théoriques avant les observations pratiques ; ainsi la dissection, qui est le dernier jeu de la séquence (S7j2), prend appui sur tous les éléments théoriques dégagés précédemment. Une partie de l'action conjointe s'établit sur des fondements ou arrière-plans le plus souvent partagés entre les acteurs didactiques et des jeux analysés révèlent des incompréhensions partielles

avec des arrière-plans respectifs qui amènent le déroulement de certaines actions sur un fond d'opacité. Nous résumons les caractéristiques des pratiques conjointes de la classe n°3 dans le tableau suivant (Tableau 10, p. 281, ci-dessous).

	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 6	Séance 7
Principaux jeux joués	<p>(j1) Rechercher une situation de lien entre respiration et circulation</p> <p>(j3) Produire un outil de recueil de données physiologiques</p> <p>(j4) Choisir un outil de recueil</p>	<p>(j1) Se mettre d'accord sur les conditions de prises des données physiologiques</p> <p>(j2) Prise des mesures</p> <p>(j4) Traitement des données</p>	<p>(j1) Critiquer les mesures</p> <p>(j2) Analyser les résultats en regard d'un tableau de référence</p> <p>(j3) Réaliser un diagramme des rythmes respiratoire et cardiaque en fonction de l'effort</p> <p>(j4) Élaborer une trace écrite S1, 2,3</p>	<p>(j1) Comprendre que le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et O₂, apportés par le sang, dont le débit augmente au niveau du muscle</p> <p>(j2) Élaborer ensemble une trace écrite/bilan des acquis</p>	<p>(j1) Traduire la trace écrite de S4 par un schéma</p> <p>(j2) Élaborer un schéma des liens possibles entre cœur/poumons/muscle,</p> <p>(j3) Prendre connaissance d'un schéma général de la circulation sanguine</p>	<p>(j1) Comprendre le fonctionnement de la circulation sanguine</p> <p>(j2) Élaborer une trace écrite sur la circulation sanguine</p> <p>(j3) Prendre connaissance d'un document sur « le cœur »</p>	<p>(j1) Comprendre l'organisation du cœur</p> <p>(j2) Observer la dissection du cœur</p>
Nature des savoirs produits	Savoirs problématisés à haute teneur épistémique. Production ou utilisation de modèles. Savoirs produisant des explications de phénomènes, savoirs apodictiques						
Mésogenèse	Co-construction de savoirs, mais pas toujours, car cohabitation de registres différents						
Chronogenèse	Chronogenèse à deux temps : installation des conditions de problématisation puis forte densité épistémique						

Tableau 10. Récapitulatif des caractéristiques des pratiques dans la classe n°3.

L'ensemble des transactions dans cette classe tourne essentiellement autour des savoirs ; ceux-ci constituent l'objet des transactions didactiques, on pourrait dire, comme cela devrait l'être dans toutes les classes, mais ici, il est clair que, dans cette classe, les savoirs sont l'objet de toutes les transactions professeur/élèves et entre élèves entre eux. On note par exemple, très peu d'échanges (deux au total sur plus de 7 heures de vidéo) autour de moments de reprise en main de la classe liés à une quelconque forme d'indiscipline : les médiateurs entre professeur et élèves sont les savoirs. Dans ces conditions, les rapports aux objets de savoir, tant du côté du professeur que du côté des élèves, sont exprimés dans ces transactions qui mobilisent, autant qu'elles les révèlent, les rapports aux objets de savoir des interactants. Ayant procédé à l'identification des caractéristiques des pratiques conjointes, nous allons désormais essayer d'inférer de ces pratiques la nature et l'importance de quelques déterminants qui seraient autant d'éléments explicatifs de ces pratiques.

3.3. Des éléments explicatifs des pratiques conjointes

Nous avons caractérisé les savoirs en jeu dans la classe comme étant des savoirs en lien avec les questions et les pratiques qui les ont fait naître et des savoirs de haut niveau épistémique ; ces caractéristiques en font des savoirs, sur le plan épistémologique, plutôt de type scientifique. Les savoirs existent sous cette forme d'une part parce que P3 les prévoit puis les initie sous cette forme, leur donne une forme première ; nous examinerons donc les déterminants professoraux. C'est d'autre part aussi parce que les élèves continuent dans l'interaction didactique à faire vivre cette forme-là de savoir ou dit autrement parce que la nature de l'interaction laisse vivre ces types de savoirs-là. Il semble donc nécessaire d'examiner tant les déterminants professoraux qui semblent majeurs, et que nous abordons en premier lieu, que les déterminants élèves que nous abordons à la suite.

3.3.1. Le ROS de P3 à propos de la circulation du sang est caractérisé par une connaissance scientifique des savoirs de la circulation du sang

La manière qu'a P3 de connaître les savoirs de la circulation du sang a, de notre point de vue, une incidence forte sur les pratiques conjointes.

Maîtrise des contenus, doublée de plaisir et de curiosité

De l'analyse ascendante des pratiques conjointes de cette classe n°3, et en conformité avec l'analyse *a priori*, il apparaît que le ROS de P3 se situe sur le versant épistémique « fonction de nutrition », en accord avec les programmes du cycle 3 de l'école élémentaire. Les savoirs ambitieux et de haut niveau épistémique, décelés dans les pratiques *in situ* analysées, sont sans doute à mettre en relation avec la bonne connaissance du sujet maîtrisé par P3 en lien avec sa formation initiale scientifique et qui engage ainsi la classe sur une modalité de fonctionnement, au cours de laquelle, les aspects majeurs de la circulation du sang sont étudiés sans faire d'économie sur le plan des exigences épistémiques. Des notions comme le débit sanguin, le circuit fermé à volume constant, les surfaces d'échanges vivent dans la classe. Ceci est confirmé lors de l'entretien ante au cours duquel P3 déclare : « *les connaissances scientifiques je les ai, ça nécessite une petite réactualisation bien sûr, mais ... il faut les adapter aux élèves donc ... ne pas trop en faire non plus* » (annexes, p. 143) et pourtant au cours de l'entretien ante S4 : « *la réaction, on va pas s'en resservir de cette réaction mais je la trouve intéressante parce qu'elle ... fait le lien entre les nutriments, le glucose et on a déjà parlé de tout ça dans notre séquence sur l'alimentation* » et du coup « *même si elle est pas de leur niveau enfin elle est pas de leur niveau, oui et non,*

elle est pas de leur niveau en termes d'apprentissage de la formule, mais elle leur permet de comprendre les choses, je trouve, c'est à dire que c'est l'association de l'oxygène et du glucose, des nutriments, puisque jusqu'à présent on en a parlé en ces termes-là », qui « *donne de l'énergie* » (annexes, p. 154). P3 inscrit sa connaissance de la circulation du sang dans une vision plus large du vivant du type « vivant comme information », sans doute parce qu'elle peut avoir cette vision large, de par sa formation initiale biologiste. En arrière-plan de sa connaissance de la circulation du sang, il y a tout ce *background* (que les élèves n'ont pas bien sûr) que le vivant est un système dynamique ouvert, tendant vers un équilibre en maintenant ses constantes contre des perturbations. En inscrivant les savoirs de la circulation du sang dans cette perspective, cela leur donne une certaine épaisseur. C'est bien une maîtrise convenable des savoirs scientifiques qui permet à P3 de mettre à l'étude, dans la classe, des savoirs ambitieux, avec parfois l'illusion que tous les savoirs peuvent être abordés y compris avec des moyens pensés et adéquats, par exemple vouloir faire comprendre la notion de débit sanguin avec des pratiques uniquement documentaires relève d'un projet très ambitieux ; des modélisations auraient pu accompagner utilement le projet pour des élèves de 11 ans par exemple. C'est cela qui nous fait dire que les connaissances de P3, relativement à la circulation sanguine, sont davantage situées sur le plan scientifique et un peu moins sur le plan didactique ; certains pré requis semblent considérés comme allant de soit ou bien les niveaux d'abstraction de certaines notions peuvent paraître inadéquatement appréciées.

On peut aussi remarquer que P3 est en mesure de répondre avec pertinence aux questions initiées par les élèves. Ainsi, quand un élève demande comment le sang peut remonter vers le cœur alors qu'il part des jambes par exemple, P3 dispose des ressources nécessaires, peut les mobiliser dans l'instant de l'action et fournir une explication par l'intermédiaire des valvules veineuses qui favorisent un retour veineux. Il en est de même lorsque des questions portent sur la diffusion des gaz respiratoires dans le sang. Ces savoirs-là sont des réponses que P3 possède et dont elle fait part aux élèves mais ces questions ne peuvent pas être programmées ou anticipées par P3. Ceci aussi est une caractéristique du rapport aux objets de savoir de P3 ; il y a possibilité d'une régulation *on line* aux questions des élèves.

À cette bonne connaissance du sujet, se superpose une dimension « plaisir » qui fait partie intégrante de son ROS : « *c'est sûr je me fais plaisir avec eux le plaisir date de Monsieur Lizeaux¹⁰² c'est intact cette passion* » (entretien ante protocole, annexes, p. 143). Bonne maîtrise du sujet, envie de partager un plaisir en relation avec sa passion, la biologie ; tels sont les marqueurs du ROS de P3. Enfin, selon P3, les savoirs scientifiques sont initiés par une certaine curiosité ; c'est celle-là même qui sera à la base des démarches d'apprentissage qu'elle souhaite mettre en œuvre dans la classe : « *c'est la curiosité parce qu'on peut pas apprendre si on n'est pas curieux* » (entretien ante protocole, annexes, p. 139).

Des connaissances acquises dans le cadre d'une épistémologie constructiviste

L'analyse ascendante des pratiques a permis de relever que P3 a, certes, une certaine maîtrise des contenus (elle est en capacité de répondre en direct à des questions d'élèves sur le passage de l'O₂ et du CO₂ au niveau des surfaces d'échanges, réponse aux valvules veineuses, etc.) mais elle possède aussi une certaine maîtrise des démarches utilisées pour produire des savoirs scientifiques (un savoir scientifique est

¹⁰² Professeur de renom dans le lycée qu'a fréquenté P3, auteur de manuels scolaires de SVT dans le secondaire.

en lien avec un problème) ainsi que ce qu'est la nature d'un savoir scientifique (c'est un savoir qui fournit une explication d'un phénomène). Les pratiques conjointes de cette classe sont inscrites dans une transposition de pratiques sociales de référence. Les études scientifiques effectuées par P3 lui ont permis de se construire une image de ce que sont les sciences, la nature de la science et des savoirs scientifiques, notamment biologiques. Apprpris récemment par P3, ces savoirs l'ont été, dans une certaine épistémologie qui transparaît dans les pratiques conjointes. Nous avons vu aussi que sa conception du vivant (vivant comme information, référence à un modèle cybernétique) est en partie retrouvée dans la classe ; sa manière de connaître les savoirs, son ROS, est à resituer dans cette épistémologie contemporaine, dans laquelle son propre apprentissage de ces savoirs-là s'est fait. P3 répercute dans la classe son propre rapport aux objets de savoirs acquis par ailleurs, dans d'autres lieux, dans d'autres espaces, dans d'autres conditions, ce qui fait que le rapport institutionnel dans la classe est proche du rapport personnel rendu public dans l'institution classe par P3.

P3 a donc une maîtrise, d'un haut niveau scientifique, des savoirs de la circulation du sang. Sa formation initiale lui donne une assise certaine à propos des objets de savoir de la circulation du sang ; ces savoirs ont eux-mêmes été acquis dans une certaine épistémologie. L'ensemble de ces éléments alimente une partie des pratiques conjointes. Examinons ce que l'on peut comprendre de l'épistémologie pratique de P3.

3.3.2. L'épistémologie pratique de P3

L'action de P3, comme celle de tout enseignant, n'est pas transparente en totalité ; il y a des incertitudes, mais globalement l'action de P3 est guidée d'une part, par un certain ROS, que nous venons de délimiter à grands traits plus haut, avec les éléments en notre possession, et dont nous proposons un prolongement ci-dessous, et d'autre part, par une certaine conception de ce que sont les savoirs de la circulation du sang et l'enseignement-apprentissage de ces mêmes savoirs. Ce sont ces deux aspects, théories sur les savoirs et théories sur l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs, que nous allons aborder.

3.3.2.1. Théories implicites sur les savoirs de la circulation du sang

Dégagée de contingences liées à la maîtrise scientifique des savoirs, « *les connaissances je les ai ... je suis à même de répondre aux questions qui sortent largement du programme* » (annexes, p. 138) », dégagée de contingences relatives à la tenue de la classe (deux interactions d'ordre disciplinaire au sens de reprise en main de la classe), P3 peut avoir une réflexion sur les savoirs produits dans la classe qui sont indéniablement des savoirs scolaires de nature scientifique. De fait, P3 a des théories à propos des savoirs de la circulation du sang qui l'amène à favoriser la production de savoirs scientifiques de bon niveau ; nous avons noté l'exigence sur le plan épistémique de P3 dans cette classe. Les théories que semble posséder P3 à propos des savoirs de la circulation du sang l'amènent à faire produire dans la classe des savoirs en lien avec les problèmes qui les font naître. Le régime de production des savoirs dans cette classe est sans doute à relier à des théories implicites proches d'une épistémologie scientifique contemporaine. Ce qui guide P3, dans sa pratique, est sans doute, en partie, sa propre épistémologie de la connaissance scientifique.

Les épisodes que nous avons relatés à propos des choix de tableaux de résultats (Extrait 43, p. 265) donnent en outre une indication sur une forme de construction de savoirs à l'issue d'échanges argumentés qui vivent dans cette classe et peuvent être un

reflet de l'épistémologie de la connaissance scientifique chez P3, de sa connaissance des savoirs scientifiques et des modalités de construction de ces savoirs. En tout état de cause, les savoirs de la circulation du sang dans cette classe sont des savoirs discutés, argumentés, validés par les pairs ; ils ont une certaine dimension sociale. Les savoirs acquièrent alors une épaisseur donnée par les arguments débattus ; ils sont élaborés en contexte, sous certaines conditions.

Cette production de savoirs scientifiques vue par l'analyse ascendante des jeux *in situ* signe une partie de l'épistémologie pratique à la fois de P3 et des élèves eux-mêmes qui adhèrent à ces pratiques (au moins très souvent, et pour un certain nombre d'entre eux, si ce n'est tout le temps et pour tous) en entrant dans les jeux et en participant activement à la production de savoirs de ce type. Il nous faudra donc aller regarder du côté des élèves aussi pour comprendre comment l'expression de cette épistémologie professorale peut vivre au sein de la classe, et continuer à exister dans l'action conjointe, avec les élèves de cette classe-là. Continuons l'exploration des déterminants professoraux

3.3.2.2. Théories implicites sur l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs

Au-delà de la connaissance assurée que manifeste P3 à propos des savoirs de la circulation du sang, l'enseignante donne à voir une certaine conception de l'enseignement et de l'apprentissage, conception qui guide en partie son action *in situ*. Le souci avoué de P3 est clairement de « *faire passer les contenus aux enfants de la manière la plus efficace possible* ». Pour cela, P3 recherche différentes stratégies « *c'est vrai que moi ça me passionne d'office c'est pas le cas de forcément tout le monde mais après on peut trouver des moyens de passionner quand j'amène le système cœur-poumons j'ai pas beaucoup de bruit dans la classe et ça parle pas d'autre chose que ce qu'il y a devant nous* » (entretien ante protocole, annexes, p. 139). Ainsi P3 est à la recherche de différentes démarches « *j'ai souvent des doubles niveaux ... il faut donc leur présenter les choses de manières différentes ... alors j'essaie de diversifier les entrées* » (*id.*) et pour la conduite de notre recherche, P3 a dû fournir des stratégies différentes car une partie de la classe avaient déjà abordé le sujet ; ainsi, P3 ne renouvellera pas la « prise des conceptions » des élèves, cela ayant été fait avec une partie de la classe, l'année précédente.

L'analyse *in situ* a montré que la production de connaissances est ancrée dans un travail de reprise des propositions des élèves ou de leurs questions ; les activités s'accompagnent de productions d'élèves qui elles-mêmes servent de supports au travail de la classe. On note le souci chez P3 de laisser une certaine place à l'expression des élèves en les mettant par exemple en situation de produire des schémas, des tableaux ou autres écrits dont on discute et qui servent de support à l'avancée des savoirs dans la classe. Ainsi environ les deux tiers des élèves de la classe participent aux échanges langagiers dans cette classe (soit par des prises de parole spontanées –en groupes, en collectif-, soit par la rédaction de travaux écrits au cours de travaux de groupes). P3 s'appuie donc sur les productions enfantines et sur l'implication d'une bonne partie des élèves de la classe pour conjointement, avec ceux-ci, faire avancer le savoir dans la classe. On peut penser que ce sont donc des théories de type constructivistes laissant une large place aux élèves qui alimentent implicitement les pratiques professorales. Des théories accordant une place non négligeable aux langages dans les apprentissages scientifiques pourraient aussi être présentes chez P3. Proposer d'abord des éléments théoriques (notamment à partir de documents), impliquant nécessité et contraintes, pour expliquer un phénomène, inscrit

le travail de la classe dans une approche épistémologique contemporaine des savoirs biologiques.

P3 montre la volonté de faire pratiquer aux élèves une démarche intellectuelle de modélisation, même si des échecs ont jalonné le parcours à la suite d'une confusion entre bâtir et utiliser un modèle. Si certaines des pratiques de P3 prennent ancrage dans des *backgrounds* pas forcément conscientisés, il en est qui le sont ; ainsi P3 propose volontairement de situer la dissection du cœur au terme d'une démarche de modélisation qui propose des éléments de lecture théorique d'une activité pratique avant de procéder à l'observation d'une dissection « *j'ai choisi de leur donner la théorie et ensuite en S7 la pratique même si c'est pas eux qui vont pratiquer en leur montrant un cœur* » (annexes, p. 157).

Nous avons noté aussi la volonté de faire basculer les élèves vers un monde explicatif en pratiquant une problématisation et en produisant ainsi des savoirs liés aux problèmes qui les font naître. Enfin, P3 fait beaucoup confiance aux activités documentaires, par exemple pour aborder la notion de débit sanguin ou un schéma de cœur pour préparer l'observation de la dissection du cœur de porc. Il y a vraisemblablement l'idée que les connaissances scientifiques se construisent par des processus intellectuels exigeants dans lesquels les élèves ont un rôle actif majeur. Ces éléments sont autant de traductions de ce que peuvent être les théories ou des bouts de théories implicites sur « enseigner et apprendre la circulation du sang » ou plus modestement des guides pour l'action.

En outre, ces pratiques caractéristiques s'inscrivent dans la durée. Ainsi, une grande partie de la séance est consacrée à délimiter un espace qui fait pratiquer une certaine forme d'activité scientifique scolaire aux élèves. Ce temps débouche sur la construction d'un problème qui sera ensuite traité sur les séances suivantes. Les dernières séances répondent aux nécessités dégagées pour comprendre la circulation sanguine. P3 installe donc le travail de la classe et les apprentissages scientifiques des élèves dans la durée ; P3 ne vise pas l'acquisition de compétences immédiates mais vise un travail au long cours. Pour cette classe, les savoirs sont des connaissances questionnées, voire des évidences questionnées. Cette pratique demande du temps ; elle se l'accorde et l'accorde aux élèves, en partie, car le rythme et la densité des savoirs à l'œuvre dans cette classe peuvent en laisser quelques uns sur le côté.

Inscrire le processus d'enseignement et d'apprentissage de la circulation du sang dans un temps long ou, disons, peu habituel pour l'école primaire, est aussi la marque d'une certaine distance prise avec les commandes institutionnelles dont P3 semble s'affranchir.

3.3.3. Une composante faible : l'activité adressée

Si le ROS de P3 semble avoir une influence majeure parmi les déterminants, examinons un autre des déterminants qui nous semble avoir une faible influence sur les pratiques conjointes, l'activité adressée de P3.

La charge épistémique et les supports utilisés

L'activité adressée de P3 ne semble pas être un facteur extrêmement déterminant de l'action conjointe. Bien que maître-formateur, P3 conserve un certain nombre de réserves quant à une démarche d'investigation à propos de laquelle P3 ne souhaite pas particulièrement donner une définition ou produire un discours au cours des entretiens menés. Elle nous dira « *qu'il s'agit de faire des recherches* » sans entrer

plus avant dans une définition plus institutionnelle de la démarche. Au discours, P3 semble préférer une mise en œuvre qui, à tout prendre, est une illustration convaincante d'une forme de démarche d'investigation. Ainsi, tout discours officiel concernant l'apprentissage et l'enseignement des sciences ne semble pas être le moteur principal des formes d'enseignement de P3. Celle-ci semble faire peu de cas des discours officiels et semble s'en affranchir sans s'y opposer ; ils n'initient pas sa réflexion de base sur l'enseignement et l'apprentissage de la circulation du sang. Cette autonomie par rapport aux textes officiels est traduite par les distances prises par P3 avec les types de documents supports des activités des élèves, dont certains sont issus de manuels de collège par exemple. Ainsi, P3 nous dira au cours de l'entretien ante S4: « *je sais pas si c'est moi qui suis en dehors des clous, mais je trouve pas de documents* » (annexes, p. 154). Nous avons noté la forte densité épistémique, hors de propos pour un cycle 3, au cours des jeux S4j1, par exemple, qui met en jeu des documents de type collège justement et des contenus, le débit sanguin notamment, d'un niveau qui pourrait relever du lycée.

La longueur des séances

Toujours concernant l'activité adressée de P3, on peut dire que P3 fait le choix de travailler sur du long terme en inscrivant la séquence dans une durée de 2 mois et demi et une séance longue de 7 séances. C'est, on en conviendra, prendre une certaine distance avec les préconisations institutionnelles. Faire le choix de construire sur trois séances des données puis de poser un problème à résoudre à l'entrée de S4, afin de dégager des nécessités et des contraintes, est un choix assumé, peu courant en primaire qui montre une certaine volonté pour P3 de mettre la classe dans des situations d'apprentissage de bon niveau et au cours desquelles sont créés les « conditions d'une scolarisation de l'activité scientifique » (Schneeberger, 2005). P3 entraîne ainsi les élèves vers un apprentissage plus actif et donc opératoire et durable (Dahmani et Schneeberger, 2011), inscrit dans un temps long, en tout cas pas le temps habituel consacré en général aux niveaux de l'école primaire française. On peut donc conclure que l'adressage est un déterminant tout à fait relatif chez P3.

Résumons les déterminants professoraux que nous venons d'envisager. Une connaissance scientifique, y compris épistémologique, de bon niveau caractérise une partie du ROS de P3. La composante « activité adressée » semble avoir un impact plutôt mineur sur les pratiques. Enfin, l'épistémologie pratique de P3 l'amène à faire produire, en mettant en jeu dans l'action conjointe, une mésogenèse, une topogenèse et une chronogenèse propres à cette classe, des savoirs scientifiques liés à des pratiques de savoir, denses épistémiquement.

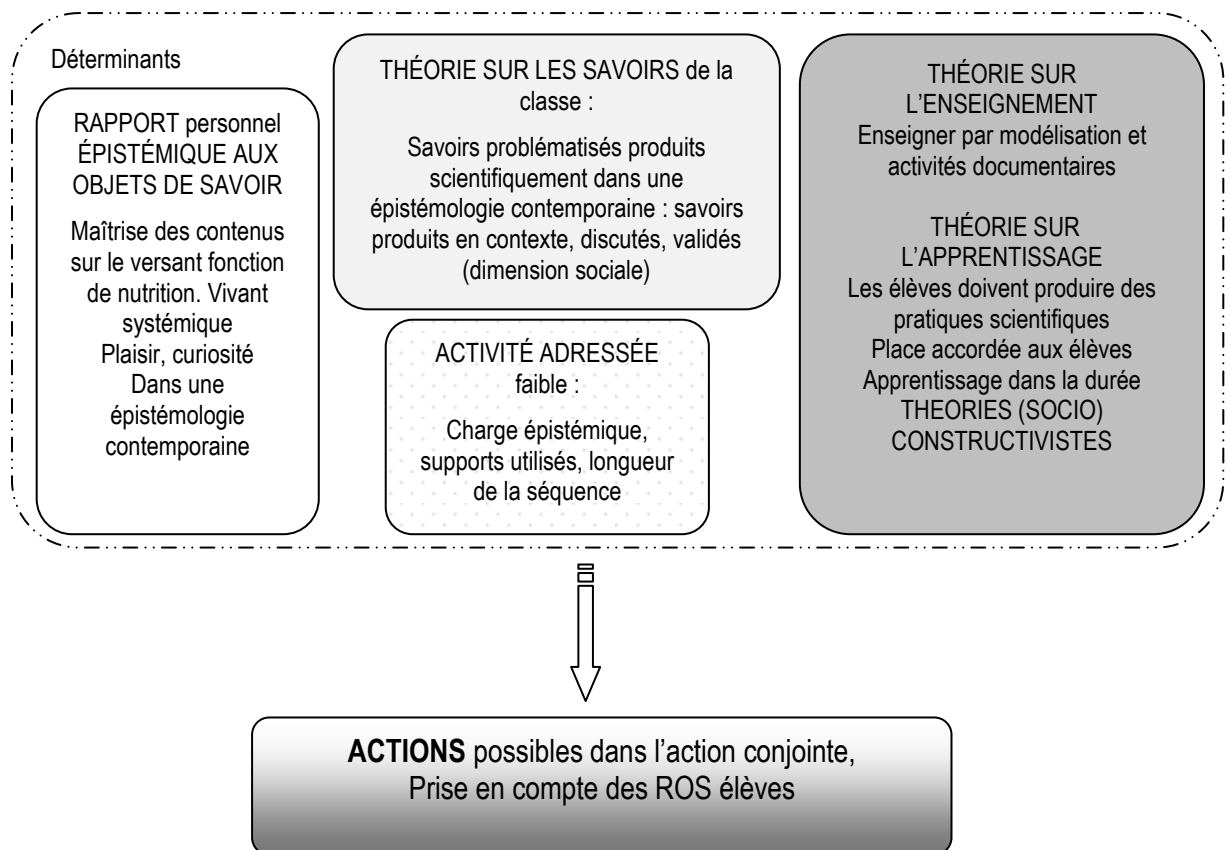


Figure 27. Déterminants professoraux possibles (P3).

On peut préciser que l'ensemble de ces déterminants, notamment les conceptions du vivant et les théories contemporaines de l'apprentissage des sciences, donne une épaisseur aux savoirs de la circulation du sang produits dans cette classe.

Ces éléments entrent en résonance avec ce qu'apportent les élèves dans l'action conjointe. Au cours de l'analyse des caractéristiques des pratiques conjointes, nous avons pu remarquer, et nous l'avons repris ici, que les conditions sont créées pour que s'expriment les élèves. Les rapports aux objets de savoirs des élèves ont un espace pour s'exprimer à travers le dire et le penser et ces rapports peuvent évoluer sous l'action du propre rapport aux objets de savoir de P3 à propos duquel nous avons dit qu'il est tel que des savoirs, possédant le statut de savoir scientifique, peuvent vivre dans l'espace de la classe. Ainsi le ROS des élèves peut tendre vers un rapport institutionnel, ici fortement connoté des caractéristiques de la science, celui donné à voir dans l'action par P3 soit le rapport personnel rendu public dans l'institution classe.

3.3.4. Des éléments de compréhension relatifs aux élèves

Examiner le ROS de P3, son épistémologie pratique et son activité adressée nous fournit indéniablement des éléments de compréhension des pratiques conjointes puisque, et ce n'est pas une découverte, le pilotage principal dans la classe est assuré par le professeur ; cependant une compréhension affinée peut voir le jour en portant le regard sur les ROS et les RAP des élèves aussi, afin de comprendre plus finement ce qui se joue dans l'action conjointe.

3.3.4.1. Des points de rencontre possibles entre le ROS du professeur et celui des élèves

Nous avons caractérisé le ROS de P3 comme une manière de connaître les savoirs de la circulation du sang attestant d'une connaissance de haut niveau dans une épistémologie contemporaine. Que peuvent être et que deviennent les ROS des élèves dans ces conditions ? Pour cela revenons sur un épisode précis. L'analyse ascendante nous a permis d'examiner le moment conjoint, à la fin du jeu S5j1 (cf. Extrait 40, p. 260), où il nous a semblé que la classe partageait l'idée que le sang est un ensemble hétérogène, transporteur d'éléments indispensables, au muscle notamment. Cet élément est fondateur pour approcher la circulation du sang comme fonction de nutrition. Ces moments constituent des temps d'accord majeurs au cours desquels chacun, maître ou élèves, assume sa place dans l'avancée des savoirs. Ainsi les rapports aux objets de savoir des élèves et du professeur se tricotent de la façon que nous avons caractérisée dans le chapitre précédent et semblent ainsi s'accorder une grande majorité du temps.

Afin de regarder de plus près ces temps d'accord entre les ROS professoraux et d'élèves, revenons sur un certain nombre d'extraits déjà analysés mais en portant cette fois-ci l'attention sur les ROS des élèves. Nous rapportons donc ici des échanges pris à certains moments des jeux pratiqués dans le cours de la séquence ; nous procédons ensuite à une interprétation des échanges langagiers en posant comme hypothèse que le langage est ici une traduction de l'activité intellectuelle des uns et des autres. Afin de faciliter l'analyse de ces extraits pris à des moments différents dans le flot des observables de la séquence, nous choisissons de suivre plus particulièrement le parcours d'une élève, Maud.

Échanges langagiers	Interprétation
<p>S1j1« Recherche de liens entre respiration et circulation du sang ». Minute 3 à 12. Interactions 2 à 76.</p> <p>39. MAUD :--<u>moi je sais</u> que <u>si on</u> est habitué à courir qu'on <u>court régulièrement on sera moins essoufflé</u> que si on court une fois par mois</p> <p>40. P3 :--ah donc l'habitude de courir fait qu'on est moins essoufflé</p> <p>41. MAUD :--oui si on court pas souvent on sera essoufflé parce que notre cœur est pas habitué</p> <p>42. P3 :--bon donc est-ce qu'on est forcément essoufflé ?</p> <p>43. MAUD :--non les grands champions de course et bien ils sont quasiment pas essoufflés</p> <p>44. P3 :--mais#</p> <p>45. ELEV :--mais ça dépend le cœur que tu as</p> <p>46. P3 :--attends je finis sur ce que viens de dire Maud on n'est pas forcément essoufflé pour autant <u>est-ce qu'on respire plus vite quand on court oui ou non ?</u></p>	<p>Maud manifeste une manière de connaître « <i>moi je sais</i> » qui pose un lien entre pratique sportive régulière et modification durable du rythme respiratoire dans le sens d'une diminution</p> <p>P3 prend en compte le savoir affirmé par Maud, le reconnaît, l'admet et revient à la mise en relation entre activité sportive (régulière ou non) et modification (inéluçtable) du rythme respiratoire</p> <p>L'incise faite en 45, par un autre élève, et qui porte sur le cœur, est en revanche écartée (elle sera reprise plus loin dans l'échange, en 59) afin de poursuivre, avec Maud, la mise en lien recherchée et qui concerne cette fois-ci toute la classe</p>
<p>Reprise de l'extrait 43.</p> <p>S1j4« Choisir un outil de recueil des données physiologiques ». Minute 48 à 62. Interactions 172 à 264.</p> <p>190. P3 :--alors qu'en pensez-vous les autres de</p>	<p>P3 initie, par sa question en 190, l'analyse collective des tableaux. Sa seconde question (193) n'est pas spécialement destinée à Maud (mais à l'auteur du tableau) cependant, cette question relance la réflexion de Maud (en particulier) et la fait douter à propos de sa première prise de position</p>

<p>ce tableau ?</p> <p>...</p> <p>192. MAUD :--oui au début sans les explications on aurait eu du mal à comprendre mais sinon <u>il est bien</u></p> <p>193. P3 :--quand tu auras tes mesures où les écris-tu dans le tableau ?</p> <p>...</p> <p>197. MAUD :--bon par exemple si on prend Sami son cœur il bat en je sais pas par minute comment on va savoir si c'est au repos ou pas tu vois même <u>si on met en face du cœur et que vous dites pas si c'est en course repos ou pas on sait pas</u> en fait les dessins ils servent à rien si vous le mettez dans course modérée <u>on saura pas si c'est le cœur ou la respiration</u></p>	<p>Maud fournit alors des arguments (197) à l'appui d'une critique du tableau qui en l'état n'est pas recevable</p> <p>Cette question (193) destinée aux auteurs du tableau et traitée en collectif profite à Maud et peut être à d'autres aussi</p> <p>On peut estimer que P3, là encore, à partir de l'expression d'une manière de connaître (les liens supposés entre paramètres physiologiques) de quelques individus (les auteurs du tableau discuté) interroge les éléments de la mésogénèse pour faire produire une argumentation qui sert le collectif discutant de la validité des tableaux</p>
<p><i>Reprise de l'extrait 36.</i></p> <p>S2j1 « Se mettre d'accord sur les conditions de prises de mesures ». Minute 6 à 15. Interactions 19 à 46.</p> <p>27. MAUD :--ça arrive plus tard enfin <u>je sais pas</u> le temps que ça arrive de là à là <u>je pense que ça va être moins rapide</u></p> <p>28. P3 :--alors qu'est-ce qui arrive plus tard ?</p> <p>29. ELEV :--les battements du cœur</p> <p>30. ELEV :--la vibration</p> <p>31. P3 :--mais <u>qu'est-ce que l'on compte</u> le nombre de battements dans un temps donné ou est-ce que l'on compte le temps que le sang arrive à ici (<i>en montrant le poignet</i>) ou ailleurs ?</p> <p>32. ELEV :--oui mais si il arrive plus tard dans le même temps ça sera différent</p> <p>33. P3 :--bon admettons que les battements de ton cœur ce soit ça</p> <p>I I I I I</p> <p>34. P3 :--les battements à ce niveau-là tu penses qu'ils vont arriver plus tard ? donc celui-là va arriver un petit peu en décalage d'accord et celui-là aussi et celui-là aussi</p> <p>I I I I I</p> <p>I I I I I</p> <p>35. ELEV :--ça fait pareil</p> <p>36. P3 :--est-ce que ça va changer la quantité de battements ?</p> <p>37. ELEV :--ben non</p> <p>38. P3 :--dans un temps donné tu auras la même quantité de battements que tu les prends au niveau du cœur ou au niveau du cou ou du poignet donc on conservera le même nombre de battements or c'est ce qui nous intéresse OK si on devait prendre une autre mesure spécifique peut être qu'il faudrait réfléchir à ça mais là ça nous suffit ça ne nous dérange pas alors au niveau de la respiration qu'est-ce qu'on va compter</p>	<p>Au cours de cet échange qui part d'une expression du ROS de Maud (« <i>je pense que</i> »), P3 va fournir une explication argumentée qui n'est pas une réponse ponctuelle mais bien un élément qui fait partie des précautions dont la classe doit s'entourer pour procéder à des mesures pertinentes de paramètres physiologiques. La réponse est bien adressée à Maud, mais c'est pour servir un projet plus collectif, celui de tous les élèves qui auront en charge la prise des mesures</p> <p>Le souci de rendre cette explication collective est marquée en 31 par « <i>qu'est-ce que l'on compte</i> » et pas une personnalisation du genre « <i>qu'est-ce que tu comptes</i> »</p>
<p><i>Reprise de l'extrait 39.</i></p> <p>S4j0 « Rappels de S3 » Minute 0 à 5. Interactions 1 à 19</p> <p>11. P3 :--oui / voilà la question qu'on se posait / moi j'aimerais bien savoir pourquoi lorsque je cours lorsque je fais un effort</p> <p>12. LENA :--<u>mais on l'a dit / parce que</u> on fait un effort physique</p> <p>13. MAUD :--quand on court le sang <u>doit</u> aller plus</p>	<p>Cet échange donne à voir des ROS d'élèves de l'ordre de l'évidence « <i>mais on l'a dit, parce que</i> » en 12, ou de la nécessité « <i>doit</i> » non expliquée, en 13.</p> <p>P3 laisse s'exprimer ces évidences puis engage un travail de mise en doute par le « <i>oui mais pourquoi</i> » (17) et ce doute est traduit par le « <i>je crois</i> » de Maud (18) qui signe un engagement vers la</p>

vite		nécessité de rechercher des explications plus étayées
14.	LENA (<i>approuvant</i>) :--oui / oui /on l'a dit / voilà	
15.	MAUD :--vu que le cœur augmente il a besoin de plus de sang	
16.	MAUD :--et ça va plus vite parce qu'on fait un effort physique / le cœur travaille plus	
17.	P3 :--oui / <u>mais pourquoi ?</u>	
18.	ELEV :--ben / on absorbe plus de sang / <u>je crois</u>	
19.	ELEV --oui / mais pourquoi ? c'est ça qui faut chercher	

Extrait 52. Série de 4 extraits de la séquence dans la classe n°3.

Avec ces quelques éléments choisis ici, on peut donc affirmer que P3 laisse s'exprimer le ROS des élèves et que P3 s'appuie sur ces ROS pour initier un travail qui engage la classe vers une modification des ROS initiaux des élèves.

Dans S1j1, l'extrait choisi montre comment à partir d'une affirmation de Maud, un lien entre activité physique et respiration est retravaillé, collectivement. Il y a donc au final une possibilité d'expression d'un ROS de Maud, reconnu et accepté, pris en compte par P3. Et P3 va l'utiliser pour servir un projet plus collectif par la suite. En réalité, c'est le ROS de Maud qui « fait » la mésogénèse à ce moment-là et c'est une modification de ce ROS que P3 vise ; c'est remettre en jeu un savoir proposé par Maud pour l'examiner en le complétant et l'enrichissant. En S1j4, c'est clairement là encore, un ROS d'élève qui fait la mésogénèse et sur lequel la classe travaille ; au final, c'est une modification, dans le sens d'un enrichissement, du ROS de Maud qui est réalisée de « *il est bien* » à « *on saura pas si c'est le cœur ou la respiration* ». En S2j1, on retrouve un peu les mêmes modalités qui introduisent dans la mésogénèse, des éléments qui servent le travail collectif de prise des mesures physiologiques. Dans cet extrait, c'est une pratique de savoir qui est discuté et P3 permet un enrichissement, du côté de Maud et nous l'avons vu pour toute la classe, en termes de pratiques de savoirs scientifiques. Avec ce dernier extrait, on peut dire qu'il y a accord des niveaux d'expression des uns et des autres, les langages sont proches. Les élèves donnent à voir des ROS qui s'accordent avec celui de P3. En S4j0, réinterroger des évidences est au cœur du projet de P3, là encore assis sur les ROS des élèves (Maud et Lena). En obligeant les élèves à questionner des évidences, P3 amène la classe vers une problématisation enchâssée dans les ROS de ces élèves. Et on peut dire que cette problématisation a été réussie si l'on en croit la participation des élèves aux jeux (cf. Extrait 41, p. 262). On a vu ici les manières mises en œuvre par P3 pour opérer un changement de ROS des élèves.

On peut, en somme, dire que les ROS des élèves sont à la base d'un travail de remaniement de la part de P3, que ces ROS sont de fait une part importante de la mésogénèse puisque c'est la matière à partir de laquelle P3 engage une remise en question de ces ROS. On peut donc dire que dans cette classe n°3, les rapports aux objets de savoir des élèves (en tout cas de certains élèves, Lena concernée dans le dernier extrait, Ilhe dans l'Extrait 43, p. 265, Matt dans l'Extrait 45, p. 269, Haon dans l'Extrait 46, p. 271 par exemple) s'expriment et non seulement, ils s'expriment mais ils sont la matière à partir de laquelle des processus de modification de ces ROS sont engagés.

Il semble donc que si l'on veut décrire l'action conjointe, il est indispensable de décrire les ROS des élèves (en tout cas ceux qui s'expriment) puisque dans cette classe n°3, ils semblent constituer une part importante de ce que deviendra la mésogénèse. Ainsi, dans cette classe, P3 met en place un certain nombre de conditions qui imposent globalement une chronogénèse largement en lien avec son ROS (dont

son épistémologie) et le ROS d'élèves aussi. À la mésogenèse anticipée par P3, sont incorporés, parce qu'ils peuvent y vivre, les ROS des élèves, dans le cours de l'action. Ces ROS bougent alors sous le propre ROS de P3 et de son épistémologie pratique, dans laquelle le ROS des élèves *via* leurs interventions semble tenir une place conséquente.

Tout au long de la séquence, les élèves interviennent dans la classe en questionnant des éléments de savoir qui sont dans le droit fil de ce dont il est question dans le cours de l'action didactique. Très peu d'interventions portent sur des sujets périphériques ou anecdotiques. Nous avons par exemple relevé des questions pertinentes d'élèves à propos par exemple du rôle des valvules, du rôle du cœur, des questions sur la diffusion des gaz respiratoires depuis l'air inspiré vers le sang qui repart des poumons. Ces interactions ne sont pas à la marge mais servent le projet global d'avancée des savoirs ; les ROS des élèves et celui de P3 s'accordent dans une certaine mesure pour engager la classe vers un processus total d'enseignement *et* d'étude. Les questions formulées par les élèves trouvent dans l'instant de l'action conjointe des éléments de réponse pertinents compte tenu du ROS de P3, à même de répondre à ces batteries de questions. Il nous semble ainsi que, bien que les ROS de P3 et des élèves ne soient évidemment pas les mêmes, un accord se fait autour des savoirs en jeu. En entrant de plein gré dans les jeux proposés par P3, les élèves trouvent alors une possibilité de modifier leur ROS en l'approchant du rapport personnel de P3 qui se confond en partie ici avec le rapport institutionnel. Nous avons noté la grande exigence de P3 sur le plan épistémique ; peut-être pourrions-nous dire aussi que des élèves pratiquent une espèce de surenchère épistémique par exemple lorsqu'ils questionnent P3 sur le rôle des valvules ou des surfaces d'échanges respiratoires et entrent ainsi dans le jeu du « toujours plus épistémique » accepté par P3, au risque de laisser de côté un certain nombre d'autres élèves qui ne peuvent continuer de jouer à ce jeu de la surenchère.

3.3.4.2. Part du contrat didactique dans la classe et du rapport à l'apprendre chez les élèves

Des élèves donnent à voir un rapport aux objets de savoir qui semble la plupart du temps rencontrer celui de P3. Si ce ROS existe chez les élèves, si cette manière de connaître ou d'entrer dans la connaissance des savoirs de la circulation du sang existe, c'est qu'il est vraisemblablement soutenu par un type de rapport à *l'apprendre* que l'on peut tenter de caractériser. Si l'on se réfère aux entretiens élèves et à ce qui se passe *in situ*, il est plutôt de type objectivation/dénomination, dans la catégorisation fournie par Charlot ; les élèves interrogés isolent un certain nombre de savoirs qu'ils sont capables d'identifier en tant qu'objets de savoir. Pour aller plus loin dans cette caractérisation, citons ces quelques extraits des entretiens post (post S5) quand Haon explique la circulation du sang : « *le sang part d'ici, il vient du cœur et va jusqu'aux muscles pour lui donner de la force, voilà, le poumon va au cœur pour donner du sang, le sang qui va aller jusqu'aux muscles et après ça fait un tour donc ça revient dans les poumons, ça va au cœur, ça va au muscle et ça revient et ainsi de suite* ». Suivons Maud qui explique dans l'extrait qui suit le travail à la séance S3 : « *on a fait un diagramme, d'abord on a comparé nos mesures et tout ça de toute la classe, de tous les élèves, après la maîtresse nous a donné un diagramme, alors ceux qui avaient leurs réponses enfin pas cohérentes, ils ont pris parce qu'en fait on a eu un tableau d'une moyenne d'enfants de 12 ans leur battement cardiaque et leur respiration donc ... ils ont pris celle de la moyenne des enfants de 12 ans mais nous sur un diagramme, on a placé nos mesures à nous* ». Les éléments de savoir en jeu sont plutôt clairement

identifiés dans ces extraits. Lorsque des réponses semblent incomplètes, pour l'élève qui répond lors de l'entretien, celui-ci exprime un souhait « *il faudrait que je revoie ma leçon* » traduisant une forme d'implication de l'élève vis-à-vis du sujet étudié. Certains élèves prolongent, en quelque sorte, le travail à la maison, notamment lorsque le papa est professeur de sciences « *j'en ai parlé à mon papa, je lui ai dit que j'avais appris, que j'aimais bien, que je voulais apprendre les leçons, il m'a expliqué des fois ce que j'avais pas compris* » (entretien post élèves, annexes, p. 231). Étudier la circulation du sang pourrait être intéressant maintenant et utile à l'avenir pour Matt qui veut devenir vétérinaire et qui se pose cependant une question « *je sais pas trop si ce qu'on a dans notre corps c'est le même que les animaux* ». Ces éléments nous amène à confirmer, pour les élèves interrogés, un rapport à *l'apprendre* de type objectivation/dénomination, tout à fait favorable à l'expression dans l'action conjointe d'un ROS qui peut la plupart du temps entrer en résonance avec les caractéristiques du ROS professoral. Au final, c'est bien parce que le rapport à *l'apprendre* des élèves est tel qu'il est qu'un ROS peut exister sous la forme où il vit dans l'action conjointe, dans cette classe n°3.

Ainsi des élèves, dont le RAP aurait des caractéristiques proches du RAP de Maud, pourraient user des conditions offertes dans cette classe pour modifier leur ROS soutenu par un RAP adéquat ; Pick pourrait faire partie de ce groupe si l'on en croit ce qu'il déclare au cours de l'entretien post « *quand tout ça venait très mouvementé, je m'intéressais plus* » et par mouvementé il faut entendre « *quand on se posait plein de questions, là j'étais vraiment intéressé* » (annexes, p. 240). On peut estimer que son rapport à *l'apprendre* le prédispose à entrer en cohérence avec le ROS de P3 « *pour moi, c'est un sujet passionnant* » (*id.*) d'autant plus que « *la maîtresse cherche vraiment à nous faire comprendre, donc c'est bien* ».

Il y a cependant dans cette classe, des élèves qui ne fonctionnent pas sur le mode de ce que nous avons caractérisé pour Maud, c'est-à-dire dont le ROS ne peut se mettre en accord avec celui de P3 ; ainsi Sole déclare à propos des documents de la séance 4 (S4j1), à forte teneur épistémique, qu'elle ne les « *avait pas compris* ». Ce sont ces élèves « *qui n'ont pas compris* » pour lesquels la surenchère épistémique à laquelle certains se livrent, avec le professeur, est inaccessible ; l'enseignement pratiqué dans cette classe pourrait ne pas s'adresser forcément à tous sans distinction.

Mais on pourrait aussi faire une autre hypothèse. Le ROS des élèves semble en accord une grande partie du temps avec le ROS de P3, les élèves s'engagent dans les activités proposées par P3, recueillent des données, jouent les jeux des recherches documentaires, etc., ils ne semblent donc pas surpris du type de travail demandé dans la classe, vraisemblablement parce que P3 a installé un contrat didactique tel que ces types de pratiques semblent un arrière-fond installé dans la classe et qui devient un terrain d'accord entre P3 et les élèves. D'ailleurs, des habitudes sont même installées hors de la classe ; nous avons noté que P3 peut donner aux élèves des documents « *que vous aviez à lire sur le cœur* » (S7j0, tdp 1) et ainsi P3 « récupère » le produit de cette installation au long cours et bénéficie des habitudes de classe installées. Les ROS des élèves deviennent alors des ressources, face aux demandes de P3, c'est-à-dire les éléments qui font la mésogénèse comme nous l'avons décrit précédemment. Le contrat installé est une autre forme de ressource. Là encore, ces ROS d'élèves, soutenus par des rapports à *l'apprendre* adéquats, trouvent une possibilité d'expression et de prise en compte par P3 ; c'est un peu comme si les ROS des élèves avaient été configurés au cours des séances de sciences dans un travail au long cours entrepris par P3. Construire des problèmes, débattre des travaux de groupes, aller à la

recherche de solutions semblent des éléments que les élèves fréquentent régulièrement et pouvant alimenter des théories possédées par les élèves eux-mêmes quant aux savoirs de la classe et les manières de les apprendre, ces théories pouvant être mises en jeu dans le contrat didactique : « *on fait pas mal d'expériences pour mieux comprendre, c'est pas on copie la leçon et puis c'est fini* ».

3.4. Conclusion générale à l'étude *in situ*

En conclusion, dans cette classe, de par la nature du rapport y compris épistémologique aux objets de savoir de la circulation du sang de P3, celle-ci met en jeu tout un ensemble de conditions qui impactent la chronogenèse, la mésogenèse et la topogénèse d'une manière dont nous avons rapporté les caractéristiques précédemment au cours d'une conclusion intermédiaire (cf. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes dans la classe n°3., p. 279) et que nous reprenons rapidement ici. Dans cette classe, un problème relatif aux variations de paramètres physiologiques en fonction de l'effort a été longuement construit pour lequel des éléments explicatifs ont été apportés au cours d'une séquence menant à la production de savoirs scientifiques denses épistémiquement et sollicitant les élèves dans des pratiques scolaires dont on pourrait dire qu'elles sont la transposition raisonnée de pratiques scientifiques : construction et recueil de données, modélisation, analyse documentaire. Dans cette classe, les élèves sont sollicités dans la production de savoirs en participant à des échanges argumentés orchestrés par P3.

De l'analyse de ces pratiques conjointes, nous avons inféré une partie du ROS de P3 dont les caractéristiques sont une manière de connaître les savoirs de la circulation du sang centrés sur la fonction de nutrition et impliquant une connaissance de haut niveau dans une épistémologie contemporaine. Ses théories implicites sur les savoirs, que nous pensons pouvoir inférer de l'action, lui font considérer les savoirs scientifiques comme des savoirs problématisés. Les théories de P3 sur l'enseignement et l'apprentissage des savoirs de la circulation du sang alimenteraient en partie, d'après nos observations *in situ*, des pratiques au cours desquelles les élèves produisent des démarches scolaires scientifiques ; dans ces démarches, les élèves ont une place de choix et leur manière de connaître les savoirs est la plupart du temps prise en compte dans le déroulement de l'action conjointe. L'activité adressée ne nous a pas semblé être un déterminant majeur des pratiques de P3. Ces ensembles de déterminants alimentent des actions possiblement sollicitées dans l'action conjointe et ayant, nous le supposons, instauré au fil du temps de classe, un contrat didactique tel que des élèves s'autorisent à livrer leur ROS car ils trouvent dans l'action conjointe un espace pour que vivent et bougent ces ROS. C'est tout autant ce contrat didactique instauré que le RAP des élèves soutenant leur ROS qui permet des temps d'accord entre le professeur et les élèves.

Ces rapports, professoraux et élèves, sont suffisamment proches pour qu'ils s'accordent le plus souvent même si parfois des dissonances existent, nous l'avons vu. Ainsi, malgré certaines ambiguïtés relatives aux arrières fonds convoqués, consubstantiels à la situation d'enseignement et d'apprentissage, des exemples ont été fournis (cf. ci-dessus, Extrait 52, p. 291) des transactions didactiques qui mettent en jeu les rapports aux objets de savoir des élèves en cohérence avec celui du professeur.

Les moments de flou dans les registres convoqués nous semblent consubstantiels de l'enseignement et de l'apprentissage. C'est bien l'enjeu de l'action conjointe de réduire, en partie, les écarts décelés, lorsque les écarts peuvent être

réduits. S'il n'y avait pas de désaccords, l'enseignement avec l'aide d'un professeur serait sans doute inutile ; il s'agirait d'une autogestion de ses connaissances. Cette part opaque, consubstantielle du processus d'enseigner et d'apprendre, n'est pas forcément la marque d'un doute systématique sur la co-construction, mais plutôt qu'un réel travail peut s'installer pour repérer puis réduire ces écarts, si toutefois l'enseignant (et peut-être les élèves) possède(nt) les clés de repérage et de décodage de ces écarts. C'est bien la réduction de cet écart qui fait, d'une part, le travail coûteux demandé aux élèves, de mise en conformité de leur ROS à un moment donné vers un ROS institutionnel (incarné par celui de P3) et d'autre part le travail coûteux pour l'enseignant de repérer cet écart et de le réduire.

Chapitre 4. SYNTHÈSE DES PRATIQUES CONJOINTES DANS LES TROIS CLASSES

Avant d'aborder la discussion des résultats et pour se remettre en tête les analyses qui ont été produites dans la classe n°1 et qui peuvent maintenant être un peu lointaines pour le lecteur, nous proposons en guise de conclusion à cette partie empirique de rappeler les résultats des trois études de cas en les synthétisant.

1. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°1

Rappels des données contextuelles relatives à la classe n°1.

Il s'agit d'une petite école de centre ville, les élèves sont issus d'univers sociaux très différents. P1 a fait des études de psychologie, elle a 42 ans et 20 ans d'ancienneté dans le métier.

Synthèse des interprétations des pratiques conjointes

Pour rappeler le bilan des pratiques conjointes, on pourrait dire que dans cette classe, une histoire à propos du sang ou de la circulation sanguine a été racontée en débutant la séquence par une centration épistémique « éducation à la santé », en lien avec un incident dans la vie personnelle de P1 qui lui fait connaître ainsi la circulation du sang et une centration « biophysique » que nous ne relient pas à un déterminant particulier. Cette narration a été composée à l'aide d'activités emblématiques de l'enseignement des sciences à l'école -observation, dissection, ateliers expérimentaux, schématisation-, menées avec une vision empiriste de la science dans laquelle voir et regarder suffiraient à comprendre. Nous avons interprété cette série d'activités comme une déclinaison personnelle de la part de P1 de ce que doit être une démarche institutionnelle préconisée pour les sciences à l'école dans laquelle, pour P1, pratiquer des sciences, c'est « faire ». Ces activités emblématiques, posées successivement, concourent à la production de savoirs non problématisés, disjoints les uns des autres. Ceux-ci ont des caractéristiques qui les rapprochent de savoirs factuels, appréhendés dans une vision cumulative des savoirs ; quand ils apparaissent dans la classe, c'est le plus souvent sous forme de listes non hiérarchisées. Nous avons mis en lien les types de savoirs produits dans cette classe avec une forme de théorisation des savoirs développée par P1 qui lui fait considérer les savoirs tout au plus comme des informations.

Les savoirs mis en jeu dans la classe sont les suivants, résumés dans le tableau ci-dessous.

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3	Séance n°4
Les différents vaisseaux sanguins sont les artères, les veines et les capillaires Observation de documents	Le cœur est un muscle creux séparé en deux par une cloison interventriculaire. Le sang circule à sens unique dans le cœur. Les veines amènent le sang au cœur. Les artères partent du cœur Observation d'une dissection	Propositions à propos de la circulation du sang dans le corps Débat argumenté	Élaboration collective d'un schéma de la double circulation sanguine Construction collective
Le sang est constitué de: plasma, globules rouges, globules blancs jouant un rôle dans les défenses immunitaires, plaquettes Vidéo	Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier et intense ; cette activité peut être repérée par le pouls et les battements cardiaques Ateliers		

Tableau 11. Les savoirs mis en jeu dans la classe n°1.

Dans cette classe, les lieux d'enseignement et d'étude sont topographiquement marqués ; dans la première moitié de la séquence, P1 délègue des activités scientifiques à des intervenants dans des ateliers ; une conséquence de cette dichotomie dans la gestion de la classe est l'affaiblissement des pratiques épistémiques les plus denses (encadrées par les intervenants) au profit des pratiques les plus pauvres (prises en charge par P1). Nous avons relevé comme caractéristique également le fait que les situations didactiques mises en place l'étaient très peu à partir des connaissances des élèves, que ce soit des savoirs préalables ou ceux qui auraient pu se construire au fil de la séquence. Pour nous, cela n'est pas sans lien avec une possible théorie implicite sur l'apprentissage détenue par P1 selon laquelle les savoirs sont les réponses à des questions de l'enseignante et non des obstacles que les élèves auraient à dépasser pour apprendre. Ainsi, une grande confiance est faite aux milieux mis en place par P1 comme si la seule fréquentation de ceux-ci pouvait permettre aux élèves d'identifier les savoirs en jeu. Ces formes d'implicites constituent un soubassement au contrat didactique dans cette classe.

Cette grande confiance faite aux milieux laisse les élèves seuls dans les opérations de secondarisation et leur laisse aussi une opportunité, celle de dégager des situations mises en place par P1, des savoirs improbables ; c'est le cas d'Etie qui introduit dans la classe un versant « fonction de nutrition » non anticipé par P1 car ne faisant pas partie de sa manière de connaître les savoirs de la circulation du sang. Outre des changements, par l'arrivée de ce ROS, des jeux joués, charriant des savoirs différents, c'est un réaménagement du contrat didactique entre P1 et Etie puis entre P1 et la classe que nous avons pointé, ainsi qu'une migration du topos d'Etie vers un topos quasi professoral à certains moments, P1 n'endossant jamais la responsabilité de montrer *per se* ce ROS inédit.

À d'autres moments, nous avons pu pointer des oppositions entre les rapports épistémologiques de P1 et d'élèves quant à la lecture des éléments faisant la mésogénèse. Ces désaccords obèrent un travail épistémique dense et prennent origine dans le rejet par les élèves d'une démarche prototypique imposée par P1 sous tendue par une compréhension personnelle de la DI en sciences. En effet, les élèves sont dans un registre épistémologique les conduisant à chercher des explications aux phénomènes sans forcément entrer dans une démarche artificielle.

Nos analyses nous ont amenée à conclure que dans cette classe, des déterminants professoraux relatifs au ROS de P1 (connaissances sur le versant biophysique et éducation à la santé), à sa conception des savoirs (savoirs informations, disjoints, capitalisables) et à des théories sur l'enseignement et l'apprentissage (lire, écouter, regarder et faire pour apprendre) pouvaient expliquer des actions possibles qui imposent le tempo de la séquence, tandis que des déterminants élèves, notamment leur ROS situé sur d'autres versants épistémiques ou en lien avec une théorisation différente des savoirs par exemple, peuvent notablement modifier l'allure générale de ce tempo dans le cours de l'action conjointe.

2. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°2

Rappels des données contextuelles relatives à la classe n°2.

La classe n°2 est implantée dans une citée, en RAR. Les élèves, d'origine modeste, constituent un « public difficile ». P2 est à profil littéraire, elle a 44 ans, 16 ans d'ancienneté dans le métier ; elle exerce les fonctions d'EMF.

Synthèse des interprétations des pratiques conjointes

C'est un mouvement spirale qui caractérise la chronogenèse dans cette classe avec des retours sur du « déjà vu », dans des situations et avec des supports différents en alternant quelques éléments théoriques avec de nombreux éléments empiriques. Dans cette classe, la circulation du sang, concept complexe et appris récemment par P2, est abordée par son versant « fonction de nutrition ». Deux volontés sont affichées par P2 : celle de démarrer le travail par une « prise des représentations » des élèves, sans que celles-ci ne soient réellement utilisées par la suite et celle de « rendre l'élève actif » tout au long de la séquence, dans une série de situations où les médias jouent un rôle important (vidéo, dissection, photos...). Nous avons rapporté ces deux éléments à une forme de doxa ayant cours dans le milieu de la formation professionnelle ; P2 étant elle-même maître-formateur, prendre les représentations et rendre l'élève actif semblent des moyens d'être en règle avec ce qui est compris des demandes institutionnelles tout en donnant à voir aux étudiants formés des pratiques prises pour exemplaires.

Le travail de construction des savoirs est souvent rejeté sur les médias, nombreux dans cette classe, car une théorie implicite relative à l'enseignement chez P2 lui ferait concevoir que les documents contiennent en eux-mêmes le savoir que les élèves doivent exhumer. Ainsi les savoirs dans cette classe préexistent en dehors de toute construction intellectuelle. Les savoirs produits sont donc peu en lien avec des connaissances préalables, ils ne sont pas non plus en lien avec des problèmes qui pourraient les faire naître ; ils sont « déjà-là », cachés dans des médias (vidéo, photos, dissection...) qui constituent l'essentiel de la mésogenèse. C'est ainsi une théorie implicite sur les savoirs, empreinte d'empirisme naïf et qui fait considérer à P2 les savoirs comme des savoirs solutions, réponse unique à une question, qui peut être explicative d'une partie des pratiques dans la classe.

Les savoirs mis en jeu dans la classe sont les suivants, résumés dans le tableau ci-dessous.

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3 et 3'	Séance n°4 - Séance 5	Séance n°6
« Les représentations »	<p>Le sang circule dans des artères, veines et capillaires</p> <p>Le sang circule à sens unique</p> <p>Observation de documents</p>	<p>Les rythmes cardiaques et respiratoires augmentent avec l'effort</p> <p>Faire des inférences à partir d'un tableau de recueil de données</p> <p>Recherche de réponses à pourquoi le cœur bat-il plus vite ?</p> <p>Vidéo</p>	<p>Le cœur est un muscle creux à quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules séparés par une cloison inter ventriculaire. Les veines caves amènent le sang dans l'oreillette droite et les veines pulmonaires amènent le sang dans l'oreillette gauche. L'artère aorte part du ventricule gauche et l'artère pulmonaire part du ventricule droit. Le cœur est une double pompe</p> <p>Dissection d'un cœur</p> <p>Schématisation</p>	<p>Le muscle cardiaque effectue un intense travail permettant la mise en mouvement du sang</p> <p>Le cœur est un muscle qui effectue un travail régulier. On peut repérer des manifestations de l'activité cardiaque.</p> <p>Modélisations</p>

Tableau 12. Les savoirs mis en jeu dans la classe n°2.

Nos analyses nous ont permis de dire que la plupart du temps, les élèves sont installés dans un rôle d'exécutant de tâches encadrées par une question plutôt fermée et appelant une réponse unique, le tout semblant faire office de déclinaison personnelle, pour P2, d'une partie de la démarche d'investigation. Ces situations très fermées, où les élèves sont peu mis en puissance d'agir avec les savoirs, et fortement guidées par P2, laissent peu de possibilité à la prise en compte du ROS des élèves. C'est vraisemblablement une théorie implicite sur les apprentissages guidée par une vision behavioriste de type « stimulus-réponse » qui alimente une partie des pratiques professorales, laissant une place restreinte à une activité intellectuelle pour les élèves. Mais le fait d'exercer en RAR n'est sans doute pas étranger à cette pratique installant les élèves dans des situations très cadrées, les menant à une forme de réussite *a minima* sans engagement véritable dans une activité intellectuelle, mais permettant de maintenir un lien didactique sur la séquence et sans qu'une mésogénèse vraiment co-construite ne voit le jour. Enfin, on peut supposer qu'exercer en RAR depuis longtemps, avec la réussite que connaît P2, est une forme de validation de ces théorisations implicites qui en retour renforce la pratique elle-même, caractérisée par une mésogénèse très fermée où le ROS des élèves est difficile à identifier.

Dans ces conditions, nous avons relevé que les manières de connaître les savoirs de la circulation du sang chez des élèves étaient posées dans l'action conjointe sans intention professorales de les modifier ou de les transformer ; il n'y a pas de réelle prise en compte de leur ROS ; nous avons d'ailleurs eu du mal à caractériser le ROS des élèves et leur épistémologie. Nous avons pu identifier chez une élève, au cours d'un entretien, une construction d'un savoir non mis en jeu intentionnellement par P2 dans la classe. Selon nous, ce savoir a pu être construit car l'élève possède un ROS qui lui a permis de mettre en lien des éléments disjoints, posés dans la mésogénèse et d'après nos interprétations, ces mises en lien, constituant ce savoir que P2 n'a pas voulu enseigner, ont été possibles car le ROS de cette élève est sous tendu par un rapport à *l'apprendre* tel que le sens et la valeur accordés aux savoirs de la

circulation du sang lui ont permis de produire un apprentissage dans des interstices de l'action conjointe. Ce sont alors des dispositions particulières acquises dans ou hors l'école par cette élève qui lui permettent de produire ces apprentissages au contraire d'autres élèves interrogés qui, eux, n'accordent pas aux savoirs de la circulation du sang le même sens et la même valeur.

Nos analyses nous amènent à conclure que dans cette classe, les déterminants professoraux relatifs au ROS, mais aussi ceux relatifs à des théories sur les savoirs et sur l'enseignement et l'apprentissage alimentent une partie des actions possibles qui imposent l'allure générale de la séquence qui est plus celle de l'enseignement que de l'apprentissage. Ce premier groupe de déterminants généraux est, d'après nos analyses, très fortement lié, en renforçant l'importance dans une certaine mesure, à des déterminants contextuels comme le fait d'exercer la fonction d'EMF en RAR. L'ensemble de ces déterminants concourt à nourrir des actions potentielles qui, dans l'ensemble, tendent à produire plutôt des situations didactiques fermées laissant une place restreinte aux ROS des élèves. Ceux-ci n'ont alors d'autres possibilités que de soit rester dans ces situations très fermées en demeurant dans ce type de contrat didactique imposé (et c'est le cas pour un très grand nombre d'élèves), soit s'écarter du contrat didactique en utilisant les ressources à disposition dans l'espace conjoint et en construisant des savoirs, non prévus par P2, dans des interstices de l'action conjointe grâce à un rapport à *l'apprendre* adéquat qui soutient leur ROS dans l'action conjointe.

3. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°3

Rappels des données contextuelles relatives à la classe n°3

La classe n°3 est dans une école rurale recrutant des élèves issus de catégories socioprofessionnelles variées. P3 a un profil scientifique ; elle est biologiste de formation. P3 a 39 ans et 10 ans d'ancienneté dans le métier. Elle exerce les fonctions de maître-formateur.

Synthèse des interprétations des pratiques conjointes

Dans cette classe, ce sont des savoirs très denses, épistémiquement centrés sur le versant « fonction de nutrition » qui médiatisent les interactions entre P3 et les élèves et les échanges entre élèves. Les savoirs produits dans cette classe ont le statut de savoirs scientifiques explicatifs car ils sont produits en lien avec une phase de problématisation qui occupe les trois premières séances consacrées à l'objectivation d'un lien entre cœur/respiration et activité physique. Dans ce groupe de trois séances, les élèves apprennent les sciences en faisant, même modestement, des sciences. La suite de la séquence, longue de 7 séances, engage la classe à réfléchir à la nature du lien objectivé précédemment et met alors en jeu des savoirs de haut niveau scientifique, explicatifs des liens mis à jour empiriquement, à l'aide d'analyses documentaires et d'une dissection. La chronogenèse est donc à deux temps ; position d'un problème et éléments explicatifs à forte densité épistémique ensuite. Ce sont des pratiques de savoirs scolaires scientifiques qui sont mises en place dans cette classe, tout au long de la séquence. Il y a pour P3, la volonté, même si la réalisation n'est pas aboutie, de faire pratiquer aux élèves une activité intellectuelle de modélisation en proposant des outils théoriques avant les observations pratiques ; placer la dissection du cœur comme dernière tâche de la dernière séance en est un exemple.

Les principaux savoirs en jeu dans la classe sont les suivants, résumés dans le tableau (Tableau 13, p. 303), ci-dessous.

Séance n°1	Séance n°2	Séance n°3	Séance n°4	Séance n°5	Séance n°6	Séance n°7
<p>Après la recherche d'une situation de lien entre respiration et circulation, produire un outil de recueil de données physiologiques et choisir le plus pertinent</p> <p>Construction d'un outil de recueil de données</p>	<p>Des données physiologiques, rythmes cardiaque et respiratoires en fonction de l'activité physique sont en lien</p> <p>Prendre et consigner des mesures physiologiques dans un tableau</p>	<p>Repérer dans les données recueillies des mesures aberrantes, les critiquer et les justifier à l'aide de mesures de référence</p> <p>Analyse critique des mesures</p>	<p>L'O₂ et les nutriments sont transportés par le sang ; l'augmentation des battements cardiaques à l'effort permet une augmentation du débit sanguin vers les poumons et les muscles</p> <p>Documents</p>	<p>La circulation générale envoie le sang riche en O₂ et nutriments aux organes et ramène le sang chargé de déchets. La circulation pulmonaire amène le sang chargé de déchets aux poumons et ramène du sang oxygéné au cœur. Il y a 2 zones d'échanges : capillaires pulmonaires et capillaires des organes</p> <p>Document</p>	<p>Le cœur est en 2 parties ; le sang riche en O₂ transite dans la partie gauche, le sang riche en CO₂ transite dans la partie droite</p> <p>Document</p> <p>Surface d'échanges, diffusion des gaz respiratoires dans le sang</p> <p>Rôle des valvules pour le retour du sang veineux</p>	<p>Le cœur en deux parties impose un circuit fermé à sens unique</p> <p>Dissection</p>

Tableau 13. Les savoirs mis en jeu dans la classe n°3.

On note que les savoirs en jeu sont très ambitieux et parfois bien au-delà des compétences d'un élève de cycle 3 (le débit sanguin, la diffusion des gaz respiratoires dans le sang par exemple). Ces caractéristiques des pratiques conjointes sont très en lien avec des déterminants professoraux. En effet, P3 possède une maîtrise scientifique des savoirs de la circulation du sang, acquis dans une épistémologie contemporaine et soutenue par une envie de partager sa passion pour la biologie et son enseignement. Les institutionnalisations fortes des savoirs scientifiques de la classe s'inscrivent dans une théorie sur les savoirs, développée par P3, leur attribuant le statut de savoirs problématisés et produits scientifiquement. Vraisemblablement, des théories implicites sur l'enseignement engageant P3 à enseigner les savoirs de la classe par des démarches scolaires proches ou se rapprochant des démarches, qu'elle semble connaître, des scientifiques. Des soubassements théoriques sur l'apprentissage peuvent être des guides pour l'action de P3 et notamment l'idée que c'est avec les élèves que les savoirs sont produits. Une place importante est alors accordée aux élèves et à leur manière de connaître les savoirs de la circulation du sang. Les milieux mis en place par P3 sont axés souvent sur des documents à forte teneur épistémique et génère une mésogenèse la plupart du temps partagée entre P3 et les élèves, dans laquelle le ROS des élèves tient une place importante. Globalement les ROS des élèves sont pris en compte, ce que nous mettons en lien, dans une certaine mesure, avec des théories de P3 sur l'apprentissage et c'est ainsi un changement des ROS des élèves qui est visé dans cette classe. Les ROS des élèves sont inclus dans la mésogenèse une grande partie du temps, ainsi, décrire l'action conjointe c'est décrire en partie les ROS des élèves de cette classe. Cependant, il nous semble que les ROS pris en compte sont ceux qui « raisonnent » avec celui de P3. Autrement dit le contrat didactique dans cette classe instaure la mise en jeu de connaissances de haut niveau avec des exigences sur le plan épistémique très fortes et pour rester dans le contrat didactique les élèves doivent livrer dans l'espace de la classe un ROS dont ils savent qu'il doit prendre une certaine forme pour pouvoir être pris en compte par l'enseignante.

En outre, dans cette classe, l'activité est faiblement adressée ; P3 est suffisamment affranchie des demandes institutionnelles pour mettre en jeu des savoirs très denses, à l'aide de supports parfois peu adaptés au cycle 3 et sur une séance longue. Bien que maître-formateur, P3 montre une certaine distance avec les préconisations institutionnelles officielles ; c'est en tout cas ce que l'on décèle à partir de l'action conjointe produite lors de nos observations.

Une fois rassemblés ici les principaux résultats de nos travaux empiriques, nous allons procéder à une discussion de l'ensemble de ces travaux de recherche. Nous discuterons les résultats obtenus dans les trois classes de façon à mettre en avant les principaux acquis de la recherche.

PARTIE N° 4. DISCUSSION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

La dernière partie de ce mémoire examine, dans un mouvement réflexif, les éléments produits tout au long de cette recherche. Afin de procéder à un retour argumenté tant sur les éléments théoriques et méthodologiques de la recherche que sur les résultats produits, rappelons les questions de recherche (cf. p. 77) qui nous ont guidée tout au long de ce travail :

- En procédant à une analyse intensive des jeux joués au cours du déroulement de l'action conjointe, peut-on en repérer des éléments caractéristiques?
- Quelle est la nature et l'importance des déterminants professoraux et élèves que l'on peut inférer de la description des pratiques ?

De cette recherche, nous pensions ainsi pouvoir produire une compréhension affinée des pratiques conjointes en prenant en compte au-delà des déterminants professoraux, les rapports aux objets de savoirs et à *l'apprendre* d'élèves à propos de la circulation du sang et nous faisons alors la proposition de mettre à l'épreuve, au cours des travaux empiriques, un modèle possible incluant ces déterminants de l'action conjointe.

Pour procéder à la mise en discussion des résultats de la recherche, nous revenons dans un premier chapitre sur les principaux résultats qui fournissent des réponses aux questions de recherche en documentant ainsi des pratiques ordinaires autour de savoirs de la biologie, ceux relatifs à la circulation du sang, dans trois classes de l'école élémentaire. Sans reprendre l'ensemble des résultats formulés, ce que nous venons de faire dans le mouvement de clôture du chapitre précédent, nous allons procéder à une analyse comparée¹⁰³ des résultats obtenus dans les trois classes pour mettre en avant la variété des pratiques. Ensuite, nous porterons le regard sur les déterminants que nous avons inférés des pratiques. Il s'agira d'examiner les déterminants professoraux puis ceux concernant les élèves. Nous produisons donc des résultats sur les pratiques qui renvoient à des épistémologies, explicites ou non, des professeurs, relatives aux savoirs, à l'enseignement et à l'apprentissage de ces savoirs, nous produisons également des savoirs sur l'impact des commandes institutionnelles sur les pratiques. Nous documentons enfin des aspects du ROS des élèves ainsi que de leur RAP.

Dans un second chapitre, terminant la dernière partie de ce mémoire, nous reviendrons sur les conditions de production des résultats précédents en procédant à une discussion des outils méthodologiques construits pour la recherche. Il sera alors temps de réexaminer la proposition faite dans la partie théorique de ce mémoire d'un modèle synthétique de déterminations possibles des pratiques conjointes. Pour cela, nous rassemblerons tout en les mettant en lien, les résultats définitifs des trois études de cas menées au cours de la recherche.

¹⁰³ Le terme « comparé » doit s'entendre dans le sens employé en didactique comparée, c'est-à-dire de repérage d'éléments signifiants en termes de contraste ou de similitude ; il ne s'agit pas de porter des jugements de valeur sur les pratiques, encore moins sur les personnes.

Chapitre 1. DISCUSSION DES RÉSULTATS DES TROIS ÉTUDES DE CAS

Rappelons notre projet qui consiste à comprendre les pratiques, c'est-à-dire comment des professeurs procèdent pour enseigner la circulation du sang et comment des élèves produisent une partie de l'action conjointe, à partir de ce qui donne forme aux transactions, les savoirs. Dans le présent chapitre, nous allons examiner d'une part les enseignements fournis par l'analyse des caractéristiques des pratiques et d'autre part les inférences faites à propos des déterminations des pratiques. Pour cela nous croisons les résultats des trois études de cas en pointant certains éléments liés à la variété des pratiques et nous revenons ensuite sur la nature et l'importance des déterminants professoraux et élèves inférés des pratiques.

Les pratiques conjointes que nous avons analysées présentent une grande variété, évidemment liée à nos choix méthodologiques guidés par une visée contrastive. Au début de cette étude, nous faisons alors le pari qu'un professeur de formation littéraire, un ayant une formation en biologie et un autre ayant une formation en psychologie ne produiraient vraisemblablement pas des pratiques homogènes tout en estimant que c'est dans le contraste que nous pourrions produire les résultats les plus patents. Nous proposons maintenant de revenir sur cette diversité des pratiques et pour produire cette discussion, c'est à un examen croisé des résultats obtenus dans les trois classes auquel nous invitons le lecteur, en articulant le mouvement analytique du niveau micro au niveau méso. Sans reprendre systématiquement ce que nous avons produit dans toute la partie empirique, il s'agit plutôt d'avoir une vision large, ou d'« en haut » des trois études de cas, sans que cela ne soit une position surplombante induisant des jugements de valeur sur les pratiques. Ces opérations servent à discuter, sans chercher forcément à les comparer dans une visée normative ou évaluative, les types de pratiques produites dans les trois classes. Bien qu'il soit malaisé de dissocier le triplet des genèses, nous porterons les analyses comparées tant sur les enchaînements chronogénétiques à l'intérieur des classes que sur les mésogenèses mises en place productrices de savoirs et sur des aspects topogénétiques en envisageant plus particulièrement la place des élèves dans les trois processus didactiques étudiés. Ces éléments nous permettront de pointer ce qui relève du spécifique ou du générique dans les pratiques des trois classes.

1. Discussion comparative des pratiques dans les trois classes

1.1. Un outil complémentaire pour comparer : les familles de jeux

Pour mener cette discussion, nous proposons de reprendre de façon synthétique les principaux jeux pratiqués dans chaque classe et de les regrouper à des fins de comparaison à l'intérieur de familles de jeux que nous définissons de la façon suivante. Une famille de jeux regroupe des jeux relativement proches quant à la nature des savoirs en jeu ; une famille constitue donc un regroupement thématique de jeux. Pour obtenir ces familles, nous regroupons les jeux dans chacune des trois séquences en fonction des savoirs en jeu, quelle que soit leur position dans la chronogenèse et la nature du jeu effectivement joué. Ainsi par exemple, « comprendre l'organisation du cœur à partir d'une vidéo » ou « observer une dissection », « annoter collectivement une photographie de cœur » ou « légender un schéma de cœur » seront pour nous des jeux que l'on pense pouvoir regrouper sous une même famille que nous nommons

« anatomie cardiaque ». Les familles regroupent donc des jeux que l'on peut subsumer sous une même thématique sans pour autant que les enjeux, notamment épistémologiques, poursuivis à l'intérieur de chacun des jeux ne soient les mêmes. Il s'agit non pas de produire encore une catégorie supplémentaire à celle existant déjà mais de permettre des regroupements à des fins de synthèse et résumer des grands axes dans les pratiques des différentes classes. Cette notion de famille de jeux n'a pas d'autre ambition. Nous mettons en place un codage relatif aux familles de jeux dégagés dans l'ensemble des classes que nous résumons dans le tableau suivant (cf. Tableau 14, ci-dessous)

Famille de jeux « circulation sanguine ¹⁰⁴ »	
Famille de jeux « vaisseaux sanguins »	
Famille de jeux « constituants du sang »	
Famille de jeux « fonctionnement cardiaque »	
Famille de jeux « anatomie cardiaque »	
Famille de jeux « liaison cœur/respiration/activité physique »	
Famille de jeux « double circulation sanguine»	
Famille de jeux « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O ₂ »	

Tableau 14. Liste des familles de jeux pratiquées.

Le document suivant (cf. Tableau 15, p. 309) présente un récapitulatif des familles de jeux dans chaque classe en suivant le codage indiqué ci-dessus. On peut lire, sur ce document synthétique, l'importance relative de chaque famille à la surface des pavés correspondants portant le nombre de jeux pratiqués, dans chacune des classes, ainsi que l'enchaînement des familles entre elles.

¹⁰⁴ Cette famille contient des jeux portant sur les points de vue naïfs des élèves sur la circulation sanguine.

Classe n°1	Classe n°2	Classe n°3	Temporalité																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">S1(j1) « circulation sanguine »</td> </tr> <tr> <td>S1(j2) « vaisseaux sanguins »</td> <td>S1(j2') « constituants du sang »</td> </tr> <tr> <td colspan="2">S2(j3)+S2(j4)+ S2(j5) « fonctionnement cardiaque »</td> </tr> <tr> <td colspan="2">S2(j2) « anatomie cardiaque »</td> </tr> <tr> <td colspan="2">S3(j1) +S3(j2) + S4(j1) « double circulation sanguine »</td> </tr> </table>	S1(j1) « circulation sanguine »			S1(j2) « vaisseaux sanguins »	S1(j2') « constituants du sang »	S2(j3)+S2(j4)+ S2(j5) « fonctionnement cardiaque »		S2(j2) « anatomie cardiaque »		S3(j1) +S3(j2) + S4(j1) « double circulation sanguine »		<table border="1"> <tr> <td>S1(j1) + S1(j2) + S1(j3) « circulation sanguine »</td> </tr> <tr> <td>S2 (j1) + S2(j2) « vaisseaux sanguins »</td> </tr> <tr> <td>S2(j3)+S3(j1) + S3(j2) « liaison cœur/respiration/activité physique »</td> </tr> <tr> <td>S3(j3) « double circulation sanguine »</td> </tr> <tr> <td>S4(j1) + S5 (j1) + S5(j2) +S6(j1) + S6(j2) « anatomie cardiaque »</td> </tr> <tr> <td>S6(j3)+ S6(j4)+ S6(j5) « fonctionnement cardiaque »</td> </tr> </table>	S1(j1) + S1(j2) + S1(j3) « circulation sanguine »	S2 (j1) + S2(j2) « vaisseaux sanguins »	S2(j3)+S3(j1) + S3(j2) « liaison cœur/respiration/activité physique »	S3(j3) « double circulation sanguine »	S4(j1) + S5 (j1) + S5(j2) +S6(j1) + S6(j2) « anatomie cardiaque »	S6(j3)+ S6(j4)+ S6(j5) « fonctionnement cardiaque »	<table border="1"> <tr> <td>S1(j1) + S1(j2) + S1(j3)+ S1(j4) + S2(j1) + S2(j2) + S2(j3) + S2(j4) + S3(j1) + S3(j2) + S3(j3) +S3(j4) « liaison cœur/respiration/activité physique »</td> </tr> <tr> <td>S4(j1) + S4(j2) + S5(j1) + S5(j2) « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O2 »</td> </tr> <tr> <td>S5(j3)+ S6(j1) + S6(j2) « double circulation sanguine »</td> </tr> <tr> <td>S6(j3) + S7(j1) + S7(j2) « anatomie cardiaque »</td> </tr> </table>	S1(j1) + S1(j2) + S1(j3)+ S1(j4) + S2(j1) + S2(j2) + S2(j3) + S2(j4) + S3(j1) + S3(j2) + S3(j3) +S3(j4) « liaison cœur/respiration/activité physique »	S4(j1) + S4(j2) + S5(j1) + S5(j2) « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O2 »	S5(j3)+ S6(j1) + S6(j2) « double circulation sanguine »
S1(j1) « circulation sanguine »																						
S1(j2) « vaisseaux sanguins »	S1(j2') « constituants du sang »																					
S2(j3)+S2(j4)+ S2(j5) « fonctionnement cardiaque »																						
S2(j2) « anatomie cardiaque »																						
S3(j1) +S3(j2) + S4(j1) « double circulation sanguine »																						
S1(j1) + S1(j2) + S1(j3) « circulation sanguine »																						
S2 (j1) + S2(j2) « vaisseaux sanguins »																						
S2(j3)+S3(j1) + S3(j2) « liaison cœur/respiration/activité physique »																						
S3(j3) « double circulation sanguine »																						
S4(j1) + S5 (j1) + S5(j2) +S6(j1) + S6(j2) « anatomie cardiaque »																						
S6(j3)+ S6(j4)+ S6(j5) « fonctionnement cardiaque »																						
S1(j1) + S1(j2) + S1(j3)+ S1(j4) + S2(j1) + S2(j2) + S2(j3) + S2(j4) + S3(j1) + S3(j2) + S3(j3) +S3(j4) « liaison cœur/respiration/activité physique »																						
S4(j1) + S4(j2) + S5(j1) + S5(j2) « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O2 »																						
S5(j3)+ S6(j1) + S6(j2) « double circulation sanguine »																						
S6(j3) + S7(j1) + S7(j2) « anatomie cardiaque »																						

Tableau 15. Document récapitulatif des familles de jeux pratiqués dans les classes.

(Chaque graduation sur l'échelle de temps correspond à environ 50 mn de séance ; la surface différente des pavés donne une indication de l'importance des familles de jeux)

Ce document devient un élément support à une analyse comparative permettant d'interroger différemment la chronogenèse des pratiques et de reconsidérer celle-ci à l'aune des familles thématiques de jeux, de leur nombre, du nombre de représentants par famille, de leur enchaînement, de l'importance relative des familles de jeux. Celles-ci rendent compte des choix faits par les enseignants pour l'enseignement et l'étude du concept de circulation sanguine dans les trois classes. Le tableau comparatif montre d'emblée à la fois une proximité et une diversité dans les pratiques produites dans chacune des classes qu'il faudra interroger. Pour mener l'exploration comparée, nous intégrons à nos analyses les acquis antérieurs construits au niveau mésodidactique et microdidactique.

1.2. Les savoirs produits au cours des pratiques conjointes

On peut trouver matière à rapprocher une partie des savoirs et des modalités de production des savoirs dans les classes n°1 et 2. Elles sont proches l'une de l'autre et elles-mêmes différentes de ce qui se joue dans la classe n°3. Les façons dont sont produits conjointement les savoirs peuvent être grossièrement regroupées sous deux modalités plutôt opposées.

1.2.1. Des choix didactiques qui mènent à des savoirs qui n'ont pas le statut de savoirs scientifiques dans les classes n°1 et n°2

Les choix épistémiques de ces deux classes, dans lesquelles officient des professeurs de formation initiale soit en psychologie, soit littéraire, sont assez proches au vu des familles de jeux que nous avons dégagées. Cinq familles de jeux sont communes aux classes n°1 et 2 ; il s'agit des familles « circulation sanguine », « vaisseaux sanguins », « fonctionnement cardiaque », « anatomie cardiaque » et « double circulation sanguine ». Cinq thèmes identiques sont abordés dans ces classes, mais dans un ordre et des modalités toutefois différents qu'il s'agira de discuter. Deux familles de jeux seulement différencient ces deux classes : la famille « constituants du sang » propre à la classe n°1 et la famille « liaison cœur/respiration/activité physique », absente de la classe n°1, et que l'on trouve dans les classes n°2 et n°3.

Les deux premières familles de jeux sont communes aux classes n°1 et 2. La deuxième famille de jeux est la famille « vaisseaux sanguins » que l'on peut rapprocher d'un aspect que nous avons présenté (cf. p. 48) comme étant une déclinaison biophysique de la circulation du sang envisagée à l'intérieur d'une vision mécaniste des savoirs. Cette famille de jeux porte sur des structures (artères, veines, capillaires) mettant en avant des savoirs plutôt descriptifs en lien avec des éléments anatomiques. C'est ainsi une première idée de la circulation du sang qui est donnée ainsi qu'une certaine idée du vivant dans ces deux classes. Ces deux familles, parmi les 6 de la classe n°1, n'engagent pas vers des savoirs explicatifs de ce qu'est la fonction de circulation du sang. Notons enfin que la famille « cœur / respiration / activité physique » emblématique de la centration « nutrition » est absente de la classe n°1. Si les choix épistémiques dans les classes n°1 et 2 sont proches, les manières d'aborder ces savoirs le sont aussi.

La succession de familles peu denses en jeux dans la classe n°1 est une indication que les différents thèmes sont travaillés de manière unique, en faisant fréquenter aux élèves un seul type de milieu par thème ; les élèves ne sont pas installés dans des actions de longue durée avec une fréquentation de milieux variés et exigeants. Il y a un *turn over* rapide des jeux donc des milieux proposés. Les familles de jeux sont toutes autonomes et l'ordre dans lequel elles sont produites pourraient sans dommage être quelconque ; seule la dernière famille de jeux doit conserver cette position puisqu'elle représente l'articulation des savoirs supposés produits au cours des familles précédentes dont l'ordre peut donc être aléatoire. Ainsi, dans cette classe, la disposition et l'enchaînement des familles de jeux confirment une vision cumulative des savoirs scientifiques (des savoirs sur le sang, sur le fonctionnement cardiaque, sur les vaisseaux sanguins, etc.) ; des thèmes variés, approchés à partir d'un faible nombre de jeux, sont abordés sans lien apparents entre eux ; les savoirs sont factuels ; ils ne sont pas présentés comme explicatifs d'un phénomène.

Dans la classe n°2, on trouve aussi 6 familles de jeux, mais sur une durée plus longue que dans la classe n°1 ; elles comportent généralement 3 représentants par

famille. Les deux premières familles de jeux de la classe n°2 sont équivalentes aux deux premières familles de jeux de la classe n°1, mais elles comportent davantage de représentants ; les milieux pour l'étude sont plus variés dans cette classe tout en approchant une même thématique. Par rapport à la classe n°1, une nouvelle famille de jeux apparaît, il s'agit de la famille « liaison cœur/respiration/activité physique » ; cette nouvelle famille est davantage axée sur des résultats empiriques et signe le traitement du concept sur son versant épistémique « fonction de nutrition » et envisage de fait la circulation du sang sur un versant plus complexe par la mise en lien de plusieurs fonctions, même si P2 aborde le concept dans un registre explicatif mécaniste avec des liens de cause à effet simple entre les organes. Dans la classe n°2, le jeu S3j3, unique représentant de la famille « double circulation sanguine », semble être un jeu plus théorique suivi à nouveau de familles de jeux plus empiriques. Ceci est une illustration d'une démarche spiralée que nous avons caractérisée dans les chapitres précédents (cf. p. 210). Ainsi, la famille « anatomie cardiaque » est abordée après avoir essayé de comprendre quel peut être le rôle du cœur dans la circulation sanguine puis la classe revient à une famille de jeux sur le fonctionnement cardiaque. En outre, les jeux de la famille « anatomie cardiaque » sont distribués sur 3 séances, ce que l'on peut aussi considérer comme une reprise du même thème ; les savoirs eux-mêmes sont abordés de façon spiralée par un enrichissement du thème par de nouveaux jeux à différents moments de la séquence. L'enchaînement de familles de jeux, pourrait donner l'idée que le savoir, dans cette classe n°2, est ainsi lié à une certaine forme de théorisation qui reste bien sûr très implicite et dont la mise en œuvre est pour le moins fort peu aboutie, nous l'avons vu. Cette conception des savoirs, qui transparaît dans cet enchaînement de familles de jeux, semble un peu plus sophistiquée que dans la classe n°1 et en tout cas reste très implicite. Cette alternance d'éléments théoriques et empiriques est propre à la classe n°2 tout comme l'est le fait qu'il n'y a pas de famille exclusive à cette classe. Toutes les familles de jeux dans cette classe sont aussi présentes la classe n°1 ou dans la classe n°3.

Les choix faits dans les classes n°1 et 2 traduisent une vision mécaniste de la circulation sanguine et du vivant. Les milieux pour l'étude mis en place dans ces deux classes ne permettent pas la production de savoirs scientifiques parce que les savoirs sont « déjà-là » et qu'ainsi ils ne se construisent pas, mais aussi parce qu'il y a un amalgame entre faits à observer et théorie permettant la conceptualisation.

1.2.2. Mise en valeur de la nature de la science et de ses pratiques dans la classe n°3

Les classes n°2 et 3 ont en commun la famille « liaison cœur/respiration/activité physique ». La classe n°3 possède en outre une famille exclusive : la famille « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O₂ ». Ces deux familles sont prédominantes dans cette classe (16 jeux au total pour ces deux familles). La famille « vaisseaux sanguins » (en lien avec une vision biophysique de la circulation sanguine) est en revanche absente de cette classe n°3. Les choix épistémiques dans cette classe sont différents par rapport aux classes n°1 et 2 et clairement en lien avec une centration « nutrition » nettement marquée.

Un travail est engagé dans la première famille de jeux « liaison cœur/respiration/activité physique », comprenant un très grand nombre de jeux, pour mettre à distance les expériences de prise de mesures physiologiques, pour les expliquer, les dépasser et les interroger. Ce processus long de problématisation ancré sur une discussion de données physiologiques empiriques précède un temps de

construction, dense épistémiquement, de savoirs fournissant des explications aux phénomènes empiriques ; trois familles de jeux fournissent ces éléments d'explication (famille « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O₂ », famille « double circulation sanguine » et famille « anatomie cardiaque »). Les élèves dans cette classe pratiquent et produisent des savoirs scientifiques scolaires, sollicitant un engagement cognitif beaucoup plus élevé que dans les deux classes précédentes et même parfois très au-delà de ce qui peut être attendu des compétences d'un élève de cycle 3. Il est question dans cette classe à la fois de construire des connaissances dans un processus de modélisation mettant en tension des données empiriques et des modèles explicatifs et de porter un regard critique sur les moyens de production de ces connaissances (jeux S3j1 et S3j2 de la famille « liaison cœur/respiration/activité physique »). Les pratiques de la classe n°3 s'inscrivent donc dans la fréquentation par les élèves d'une forme de culture scolaire scientifique et prennent place dans un temps long favorable à cette acculturation. L'enseignant de cette classe, expert en biologie, a fréquenté cette culture scientifique et produit à son tour avec les élèves les conditions de possibilité d'une approche culturelle scientifique, dans une épistémologie constructiviste. Le registre explicatif du vivant mobilisé par P3, que nous avons pu déceler au cours des analyses, est un registre dans lequel le vivant est considéré comme information ; c'est une approche différente des registres mécanistes dans lesquels évoluaient les deux classes précédemment évoquées. C'est une toute autre vision des savoirs qui est proposée dans la classe n°3 par rapport aux classes n°1 et 2 : les savoirs y sont plus complexes, mis en perspective avec une vision systémique du vivant.

Ce sont donc des différences notables entre les pratiques produites dans les classes qui portent tant sur les finalités des apprentissages (notamment en termes d'épistémologie des savoirs produits) que sur les contenus d'enseignement (par le choix des familles de jeux thématiques, de leur nombre et de leur représentants) ; les classes n°1 et 2 tendent à produire des savoirs propositionnels et factuels dans une épistémologie empiriste plus nettement marquée dans la classe n°1 que dans la classe n°2, alors que la classe n°3 produit des savoirs problématisés dans une épistémologie constructiviste. Enfin, les registres explicatifs du vivant dans lesquels ces savoirs sont abordés ne sont pas identiques non plus : du registre mécaniste au registre explicatif de la vie comme information.

1.3. Des divergences entre les pratiques, source de spécificités

1.3.1. La place des élèves dans les dispositifs didactiques

Les conditions dans lesquelles les savoirs sont produits impliquent différemment les élèves des classes. Le choix de mettre à l'enseignement et à l'étude des savoirs descriptifs positionne les élèves en tant qu'« observateurs » de la description tandis que choisir de mettre à l'étude des savoirs explicatifs aura tendance à positionner les élèves en tant que constructeurs de l'explication. Des espaces différents sont donc laissés aux élèves, dans l'action conjointe, selon les techniques professorales mises en œuvre autour des savoirs que l'enseignant choisi de mettre à l'étude.

Dans la classe n°1, chaque étape de la séquence de travail consiste à parcourir une situation (visionner un film dans la famille « constituants du sang », participer à des ateliers scientifiques dans la famille « fonctionnement cardiaque »), à laquelle les élèves adhèrent sans aucune difficulté et qui devrait suffire en elle-même à

l'élaboration des savoirs (cf. p. 142). La relation avec une situation, si motivante soit-elle, ne peut d'emblée donner ou indiquer le sens des savoirs aux élèves. Il faudrait pour cela au moins des institutionnalisations régulières qui aideraient les élèves à « décontextualiser » et à tirer de la situation singulière les éléments de savoir reconstruits. Or, l'institutionnalisation dans cette classe n°1 est reléguée en fin de module d'enseignement et d'apprentissage. Les élèves sont très peu aidés dans la reconnaissance de savoirs identifiables ; ils ont seuls la charge de dégager les savoirs contenus dans les pratiques proposées. Cette grande latitude dont ils disposent est liée à un contrat didactique assez peu contraignant, avec une position de P1 qui peut être floue vis-à-vis des savoirs (savoirs sur le don du sang ou sur les constituants du sang). Finalement dans ce contrat assez ouvert, des élèves, nous l'avons vu, peuvent trouver un espace dans lequel rendre compte d'une vision des savoirs très différente de celle du professeur ; c'est le cas d'Etie par exemple (cf. p. 161). Celui-ci s'empare de cet espace à disposition et donne à voir son ROS qui se faisant, change le cours des possibles. La prise en compte du ROS d'Etie est un élément de compréhension des pratiques conjointes à l'échelle non seulement micro didactique mais aussi méso didactique, puisque la prise en compte de ce que dit Etie influence le cours de la séquence, au niveau mésogénétique. Nous avons vu également le cas de Dani qui investit des espaces de l'action conjointe permettant de pointer des rapports épistémologiques aux savoirs en jeu différents de ceux du professeur (cf. p. 164). Des opportunités d'échanger sur leur manière de connaître la circulation du sang sont laissées aussi aux élèves quand il s'agit pour eux de bâtir un modèle de la circulation du sang à partir d'un cahier des charges et en discutant des arguments lors de la séance S3 ; une certaine conception des savoirs est ainsi donnée dans la classe n°1 à travers l'idée que des élèves peuvent participer, par une argumentation et des débats, à l'élaboration de ces savoirs.

Dans la classe n°2, la séquence de travail est initiée par « la prise des représentations » ; c'est une façon de produire une ouverture potentielle dans l'utilisation des travaux des élèves même si nous avons vu qu'utiliser, pour le travailler, le ROS des élèves n'était pas une caractéristique de cette classe, bien au contraire. Les situations didactiques mises en place dans cette classe, qui par certains côtés peuvent être assez similaires à celles produites dans la classe n°1, engagent les élèves vers des situations très cadrées ; les élèves exécutent des tâches simplifiées desquelles des savoirs déjà-là seraient extraits. Les activités successives essentiellement manipulatoires et peu symboliques inscrivent les élèves dans la tâche et ne sont quasiment pas reliées par un temps de conceptualisation nécessaire pour bâtir de réels savoirs scientifiques. Ce sont au final des résultats de la science qui sont donnés aux élèves. Un contrat didactique relativement clair et très fermé, dans cette classe, installe les élèves dans une position d'exécutants ; ils pratiquent leur « métier » d'élèves qui consiste à produire des réponses uniques à des questions relativement fermées de l'enseignante (cf. p. 206). Ce contrat clair positionne également la classe dans l'idée qu'il suffirait, pour les élèves, de dire la manière qu'on a de connaître les savoirs et d'en rester à cela, c'est-à-dire ne pas chercher à modifier son ROS. Nous avons rapporté le cas de Cher qui s'engage cependant dans une tentative de transformation de son ROS (cf. p. 225). L'espace de la discussion et de l'argumentation n'est pas important dans cette classe voire très réduit ; les savoirs ne se discutent pas (cf. Extrait 22, p. 199 ou Extrait 25, p. 203) ; ils sont des données immuables, pas le résultat d'une activité intellectuelle.

Dans ces deux classes, les élèves ne sont pas aidés par une décontextualisation pour entrer dans les apprentissages scientifiques ; ils sont mis face à des résultats scientifiques sans lien avec les problèmes qui les font vivre et sans élaborer d'explications scientifiques construites. Les démarches d'investigation pratiquées dans ces classes sont plus des passages obligés pour les élèves mais ne sont pas au service de la construction des savoirs par les élèves.

Dans la classe n°3, les élèves ont un rôle actif intellectuellement dans la production des savoirs ; les échanges langagiers que nous avons analysés l'ont montré (cf. p. 289) ; les propos des élèves sont pris en compte et travaillés (ceux de Maud et Lena ont été analysés dans l'Extrait 45, p. 269 et dans l'Extrait 52, p. 291; ceux de Haon dans l'Extrait 46, p. 271 par exemple). Les productions écrites des élèves sont discutées ; elles servent de support pour l'élaboration d'un possible schéma de la circulation sanguine (cf. Extrait 41, p. 262) ou bien pour choisir un tableau de recueil de données (cf. Extrait 43, p. 265). Les élèves participent à l'élaboration des résumés et des traces écrites. Un réel travail est engagé dans cette classe pour tenter de modifier les ROS de certains élèves dans le sens d'une mise en conformité avec le ROS du professeur de la classe. Les espaces que les élèves ont la possibilité d'investir sont plus nombreux, plus variés. Dans cette classe, la démarche est au service de la construction des savoirs par les élèves.

Dans ces trois classes, l'activité des élèves n'est pas considérée de la même façon, activité essentiellement manipulatoire dans les classes n°1 et 2 ou plus intellectuelle dans la classe n°3. Cette façon de considérer l'activité de l'élève dans le processus de construction des connaissances instaure de fait un clivage dans les pratiques observées. On note aussi des divergences importantes, sources de spécificités, lorsqu'on est amenée à interroger précisément la position de certaines familles de jeux dans la séquence et de jeu à l'intérieur des familles.

1.3.2. La spécificité du positionnement de certains jeux ou familles de jeux

Interrogeons plus précisément la place du jeu *dissection* de la famille « anatomie cardiaque » commune aux trois classes. Dans la classe n°1, la famille à jeu unique *dissection* peut sans dommage tenir une autre position : c'est une famille de jeu qui porte un élément de savoir parmi d'autres, cumulé aux autres, dans une vision comptable des savoirs. Dans la classe n°2, cette famille, nombreuse, est précédée d'une famille (« double circulation sanguine ») donnant, même modestement, des éléments théoriques éclairant potentiellement le jeu *dissection*. Dans la classe n°3, la famille « anatomie cardiaque » est la dernière et le jeu *dissection* est le dernier des jeux pratiqués dans la séquence. La position de cette famille de jeux dans la classe n°3 indique une conception des savoirs sous jacente dans laquelle une observation de la dissection d'un cœur n'a de pertinence qu'outillée des nombreux éléments théoriques précédents. Finalement, cette famille commune « anatomie cardiaque », *a priori* indicatrice d'une forme de convergence liée aux savoirs en jeu, fournit par sa place dans la chronogenèse, des indices relatifs à des positionnements, explicites ou non, très différents des enseignants vis-à-vis des savoirs. Les savoirs sont cumulatifs dans la classe n°1, faiblement articulés à un cadre théorique dans la classe n°2 et fortement nourris d'éléments théoriques dans la classe n°3.

La famille de jeux « liaison cœur/respiration/activité physique » est commune aux classes n°2 et 3. Cette famille comprend un très grand nombre de représentants dans la classe n°3 ; c'est aussi la première famille de jeux pratiqués dans cette classe.

Ces deux éléments confèrent à cette famille, dans cette classe, une grande importance dans le processus didactique de la classe. En effet, par ce très grand nombre de jeux en début de séquence, il y a la volonté d'installer les élèves dans une fréquentation de milieux pour l'étude variés et nombreux afin de faire entrer les élèves dans un travail de problématisation au long cours. Il y a plus de jeux dans cette famille (12 au total) que dans toutes les autres familles de cette classe réunies ; la problématisation est donc cruciale dans cette classe.

Dans cette même classe, on note 4 familles de jeux seulement, soit 2 de moins que dans les autres classes, avec un minimum de 3 représentants par famille, et dans une séquence relativement longue. Un petit nombre de thèmes, délibérément centrés sur le versant épistémique « fonction de nutrition », est donc traité assidument par l'intermédiaire de milieux pour l'étude variés. La famille de jeux « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O₂ » est une famille originale et exclusive à la classe n°3. Elle est la première des trois familles qui font suite à la problématisation et scellent de façon définitive et indiscutable la façon d'envisager la circulation du sang comme une fonction de nutrition, un grand nombre de jeux étant pratiqués dans les deux familles « liaison cœur/respiration/activité physique » et « le muscle en activité augmente sa consommation de glucose et d'O₂ » (16 jeux pour ces deux familles sur 22 au total).

Enfin, la famille exclusive de la classe n°1 « constituants du sang » aborde des savoirs « périphériques » à la circulation du sang en ce sens que cette famille, à jeu unique, porte sur des aspects qui ne sont pas à proprement parler en phase avec les préconisations institutionnelles. En outre, les savoirs dans cette famille sont axés sur des éléments descriptifs (les cellules sanguines) enchâssés dans des objectifs éducatifs généraux d'éducation à la santé (don du sang).

Ainsi, lorsque des familles identiques sont abordées dans ces trois classes, elles le sont dans des visées des savoirs différentes et l'articulation des familles entre elles prend alors un autre sens ; ce sont donc autant les thèmes abordés qui peuvent être différents dans les classes, en lien avec les centrations épistémiques des enseignants, que les épistémologies dans lesquelles ces savoirs sont livrés qui font la spécificité des pratiques.

1.4. Des convergences entre les pratiques, source de généralité

1.4.1. Des objets didactiques embarrassants

Dans la classe n°1, il existe une famille thématique « circulation sanguine »¹⁰⁵, sans que les productions enfantines ne soient à la suite discutées, même partiellement. Dans la classe n°2, cette même famille qui comprend trois représentants est un moyen, en début de séquence, de « faire émerger » les représentations des élèves et bien que celles-ci aient été mises à jour, le traitement des représentations, en tant que systèmes explicatifs, n'a pas eu lieu. Dans la classe n°3, il n'y a pas de familles de jeux « circulation sanguine » car la prise des représentations avait déjà été menée l'année précédente avec une partie de la classe et n'a pas été reproduite au moment où se faisait notre propre recherche. Ce sont là des éléments de convergence qui permettent de poser une certaine similitude entre les pratiques conjointes : les *représentations* ne sont pas travaillées soit parce qu'elles ne sont pas données à voir par/pour les élèves,

¹⁰⁵ Rappelons que cette famille regroupe des jeux portant sur les points de vue naïfs des élèves à propos de la circulation sanguine.

soit parce que, si elles sont données à voir, l'enseignant ne sait tout simplement pas comment les travailler didactiquement. Les représentations enfantines peuvent sembler un objet didactique « embarrassant » pour les enseignants.

Rien dans nos analyses ne nous permet de dire que des obstacles épistémologiques relatifs au concept étudié ont été véritablement travaillés, en ayant été identifiés en tant que tels, au cours des travaux des trois classes. Dans les classes n°1 et 2, une famille « vaisseaux sanguins » existe et pourrait porter, de notre point de vue, sur l'obstacle épistémologique *sang endigué* ; dans la classe n°2 l'aspect *circulation à sens unique* dans un jeu de la même famille représente, selon nous, un obstacle épistémologique. Dans la classe n°3, nous ne trouvons pas de famille de jeux équivalente. Ainsi, la notion de *sang endigué à l'intérieur de vaisseaux sanguins*, est considérée dans cette classe soit comme acquise, soit comme ne méritant pas un traitement particulier à travers une famille de jeux comme cela est le cas dans les classes n°1 et 2. À l'issue de nos analyses, les trois professeurs n'ont pas mis intentionnellement au travail avec les élèves des obstacles épistémologiques. On peut proposer l'interprétation suivante quant à cette convergence dans les pratiques : les professeurs traitent des éléments du concept de circulation du sang qui implicitement leur semblent devoir être abordés, sans que ces éléments soient reconnus comme des obstacles épistémologiques ; on pourrait tout aussi bien dire que lorsqu'ils préparent la classe, les maîtres fréquentent des sources qui pourraient les amener à travailler des points qui sont développés comme importants pour le concept sans pour autant être identifiés comme obstacles à la connaissance et ne sont, de fait, pas considérés comme des *objets didactiques pertinents*.

1.4.2. Une convergence liée aux savoirs

Les familles de jeux « double circulation sanguine » et « anatomie cardiaque » sont communes aux trois classes. On peut attribuer cette convergence à une nécessité liée aux savoirs en jeu ; traiter d'un même concept, la circulation du sang, dans une démarche type démarche d'investigation au niveau du cycle 3 de l'école primaire française, appelle bien sûr des rapprochements, par le traitement de thématiques qui semblent incontournables. Ainsi aborder le concept de circulation sanguine sans produire des savoirs sur l'anatomie cardiaque ou la double circulation ne semble pas raisonnable aux vues de ces trois pratiques conjointes analysées. Bien que ces deux familles de jeux soient situées en fin de séquence de travail dans les trois classes, la place précise de ces thèmes communs dans le processus didactique n'est pas exactement la même ; cela traduit des différences entre les pratiques.

1.5. Des pratiques différentes et différenciatrices

Ces trois études de cas montrent une richesse et un contraste dans les pratiques. Par ses choix initiaux (biophysique et éducation à la santé), P1 dirige la classe vers des savoirs descriptifs ou à visée d'éducation générale envisagés dans une vision le plus souvent empiriste de la science. P2 fait le choix de traiter la circulation du sang sous le versant fonction de nutrition en lien avec une approche descriptive dans laquelle les savoirs sont donnés et ne se discutent pas ; ils sont des vérités détenues par des experts. Les savoirs choisis par P3 sont dans le même champ fonction de nutrition mais envisagés dans une épistémologie constructiviste ; la classe produit des savoirs scientifiques par problématisation et modélisation. Il est possible que cette grande variété soit plus perceptible dans le domaine de l'enseignement des sciences à l'école par des maîtres polyvalents où les épistémologies de référence sont très variées, peut-

être plus que pour d'autres domaines d'enseignement de l'école. Ces pratiques très contrastées nous incitent à revenir sur la place très particulière des élèves dans deux classes.

Nous avons mis en lien certaines caractéristiques des pratiques dans la classe n°2 avec le fait que P2 exerce en RAR avec des élèves en difficulté scolaire (cf. p. 217). Notamment, la mise en place de milieux très fermés, des élèves invités à entrer dans une série d'activités peu denses épistémiquement et peu exigeantes sur le plan cognitif ainsi que des séquences rythmées par la mise en forme d'écrits donnant une illusion de savoirs acquis sont des éléments caractéristiques que nous avons mis en lien avec des éléments contextuels, comme le fait d'exercer en RAR (Pautal, Venturini et Schneeberger, 2012). Ces résultats sont en cohérence avec ceux des recherches spécifiques portant sur l'enseignement à des publics difficiles (cf. en particulier Bautier, 2006) montrant l'impact des pratiques des maîtres sur les difficultés scolaires des élèves. Ainsi dans cette classe, seuls les élèves qui ont un ROS *ad hoc* soutenu par un RAP favorable parviennent à construire des éléments de savoir (cf. la construction de la notion de circuit fermé par Cher, p. 225), les autres élèves participent très peu à l'action didactique. De fait, les pratiques de P2 sont différenciatrices car le contexte d'exercice assujettit le professeur à de nombreuses contraintes qui pèsent fortement sur la pratique (Butlen, Peltier-Barbier et Pézard, 2002). Tout comme on peut considérer que celles de P3 le sont aussi dans un autre registre.

En effet, on peut estimer que P3 travaille pour les meilleurs élèves de la classe. Par ses pratiques, elle centre son action sur les élèves qui ont un ROS permettant d'appréhender des savoirs exprimés dans leur complexité. Sa passion pour la biologie (cf. p. 282) et l'enthousiasme dont elle témoigne quand elle enseigne la circulation du sang en classe créent des conditions qui vont entraîner dans l'action conjointe très sûrement les élèves qui donnent à voir un ROS *ad hoc* c'est-à-dire les bons élèves ou des élèves moyens. Tous les autres élèves qui n'entrent pas dans le jeu de ces pratiques exigeantes sont de fait très peu présents, en tout cas par leurs interventions orales, dans le cours de l'action conjointe.

Afin d'entrer dans la compréhension de la variété des pratiques, nous proposons de revenir sur ce que nous avons inféré des pratiques de sorte à interroger ce qui chez les acteurs déterminent les pratiques conformément aux enjeux de ce travail de recherche. Discutons des déterminants des pratiques conjointes autour de savoirs de la circulation du sang.

2. Les déterminants professoraux

Le regard croisé que nous portons sur les déterminants professoraux examine, dans un premier temps, les épistémologies auxquelles font référence explicitement ou implicitement les professeurs quant aux savoirs en jeu, à leur enseignement et leur étude puis fait le point sur l'impact des références institutionnelles sur les pratiques.

2.1. Des références épistémologiques variées pour les professeurs

2.1.1. Le statut attribué aux savoirs de la circulation du sang

Le sujet choisi, la circulation du sang, est un savoir stabilisé, d'aucun diront un savoir « froid » ou établi qu'il peut être tentant pour les enseignants d'enseigner comme un savoir « vrai » et qui ne se construit pas. Les savoirs actuels de la circulation du sang n'étant pas tenus pour des savoirs controversés, il peut être

difficile de les enseigner par le débat, par la critique et l'échange. Peut-être n'aurions-nous pas eu les pratiques caractérisées dans cette recherche avec des savoirs précisément en construction ou moins stabilisés que ceux-là. Quoiqu'il en soit, il y a eu des voies différentes pour son approche conjointe dans chaque classe et les savoirs produits dans les classes présentent des caractéristiques assez différentes dont il s'agit maintenant de comprendre les déterminations.

Dans la classe n°2, les savoirs produits (essentiellement descriptifs à propos de notions centrées biophysique et nutrition) le sont en référence à une épistémologie réaliste dans laquelle les savoirs ont une existence propre, réelle, indépendante de toute construction humaine. La référence à l'expert est une constante chez P2 ; expert pédagogique, « *il faudrait qu'elle¹⁰⁶ me donne son point de vue sur la séquence* », expert scientifique –son ami médecin ou le cardiologue officiant dans des DVD documentaires de « C'est pas sorcier »-, les auteurs de manuels, « *ce sont des scientifiques* » (entretien ante protocole, annexes, p. 69). Cette conception des savoirs amène à débusquer des savoirs scientifiques scolaires vrais et objectifs dans des ressources les plus variées possibles ; le savoir ne se construit pas, ne se critique pas, il est extérieur à soi et détenu par une autorité qui transmet en conséquence le savoir. Toute autre est la vision de P3 qui porte, à l'occasion des préparations de séances, un œil critique sur les ressources documentaires « *mais c'est faux ! la petite circulation n'est pas assurée par des vaisseaux appelés veines* » (annexes, p. 156).

Les références quant aux savoirs produits dans la classe n°1 sont assez proches de celles des savoirs de la classe n°2 avec l'idée sous jacente que les savoirs sont des unités capitalisables, les savoirs apparaissant le plus souvent sous forme de listes (des savoirs descriptifs listés sur les constituants du sang ou anatomiques sur les différents vaisseaux sanguins, etc.). Cependant, une séance entière (la troisième) dans la classe n°1 est entièrement bâtie sur la mise en place d'un débat laissant aux élèves l'occasion d'échanger des arguments pour construire un schéma de la circulation du sang. Il y a donc l'idée qu'une communauté peut échanger à propos des savoirs, que des preuves peuvent être avancées ou réfutées dans un discours entre pairs, même si au final ce sont des savoirs de type propositionnel et la plupart du temps très peu construits qui sont produits dans la classe n°1.

À la vue des trois études de cas rapportées, des savoirs scientifiques problématisés (comment le muscle est-il approvisionné en O₂ et glucose ?) sont uniquement produits dans la classe n°3 à la suite d'un processus de problématisation long et conséquemment à des débats entre les élèves qui sont sollicités pour avancer un certain nombre d'explications face aux phénomènes qu'ils ont la charge d'étudier dans la classe. Les références épistémologiques professorales sont plus clairement, dans ce cas, celles d'une épistémologie constructiviste dans laquelle les savoirs scientifiques résultent d'une construction intellectuelle. Les mises en relation pratiquées permettent d'envisager les savoirs dans une vision systémique que l'on ne retrouve pas dans les deux autres classes. La pratique produite dans cette classe l'est en référence à la pratique des scientifiques, les savoirs produits sont des savoirs scientifiques construits. C'est une commande surtout scientifique qui guide la pratique de P3 et fait produire à la classe des savoirs de haute densité épistémique en lien vraisemblablement avec la formation scientifique de niveau universitaire de P3.

¹⁰⁶ « Elle » désigne la conseillère pédagogique de circonscription.

Enfin ces connaissances sur la circulation du sang sont elles-mêmes enchâssées dans des modèles explicatifs du vivant (mécaniste, la vie comme information) jamais explicitée par les professeurs.

2.1.2. Les références pour l'enseignement de ces savoirs ; de l'empirisme au constructivisme

On peut inférer, au terme de cette étude, des références relatives à l'enseignement proches pour les professeurs des classes n°1 et 2. En effet, la vision du savoir enseigné qui est donnée dans la classe n°1 est une vision dans laquelle le savoir découle d'approches diversifiées du réel. Cette pratique de classe peut être rapprochée d'une pratique classique de type « leçons de choses » basée sur l'idée que le savoir est ce qu'on en dit ou ce qu'on en présente et qu'il résulte d'observations diverses ; c'est une référence empirico-inductiviste qui alimente une partie des pratiques dans cette classe. On trouve d'autres indices d'une telle vision de l'enseignement scientifique dans les classes n°1 et 2 quand il s'agit, à partir d'observations concrètes (sur soi ou sur des documents), de faire produire par raisonnement inductif des généralisations censées mener à des savoirs objectifs.

Les références épistémologiques dans la classe n°3 sont très différentes, en lien avec une production de savoirs scientifiques problématisés. Ces références constructivistes induites des pratiques font produire un problème à la classe et engagent les élèves vers des pratiques de production de savoirs scientifiques dans lesquelles l'investigation scientifique tient une place de choix. C'est donc la pratique des chercheurs qui est la référence dans cette classe ; les élèves sont invités à entrer dans une forme d'acculturation scientifique sur un temps long qui permet cette familiarisation nécessaire avec les pratiques scientifiques.

2.1.3. Des références pour l'apprentissage allant du behaviorisme au socioconstructivisme

Concernant l'apprentissage de la circulation du sang, les références psychologiques supposées convoquées par les enseignants sont multiples. Nous avons déjà indiqué le rôle des débats, argumentés entre élèves et orchestrés par le professeur, dans la construction des savoirs scolaires dans les classes n°1 et 3. On peut raisonnablement estimer que des théories implicites faisant référence au socioconstructivisme sont à la base des pratiques observées indiquant que l'échange entre pairs peut être, parmi d'autres, une modalité d'apprentissage. Cependant, dans la classe n°1, la gestion des savoirs par le débat, étayé par le maître, est peu fréquente. Notamment, la ré-articulation des savoirs supposés produits est en grande partie à la charge individuelle de chaque élève tout comme est à leur charge les relations qu'ils doivent tisser entre les activités et les savoirs qui devraient être mobilisés au cours des différents jeux, comme s'il y avait une relation automatique entre l'activité proposée (évaluer la quantité de sang mise en mouvement par exemple) et le savoir (une quantité finie de sang se déplaçant dans un circuit fermé). Les références implicites à propos de l'apprentissage sont donc différentes dans ces deux classes. Pour l'une (la classe n°1), les situations proposées sont considérées comme « transparentes », c'est-à-dire que les savoirs ont une réalité ontologique que les élèves ne doivent avoir aucune peine à découvrir. Pour l'autre (la classe n°3), il peut y avoir des soubassements constructivistes, les élèves étant partie prenante dans la construction des savoirs sans doute en lien avec la théorisation que nous évoquions précédemment selon laquelle les

savoirs sont des constructions intellectuelles, en référence à des épistémologies constructivistes.

Dans la classe n°2, les élèves sont souvent chargés d'exécuter un certain nombre de tâches parcellaires, très rarement mises en lien ; les références dans ce cas seraient situées sur le versant behavioriste des apprentissages dans lequel les savoirs apparaissent comme des solutions aux questions posées par l'enseignante. Cependant, au cours d'une première séance, les élèves « donnent » leurs représentations ; ceci pourrait être une manière de concevoir les apprentissages, en référence à des théories constructivistes, ancrés sur les systèmes explicatifs des élèves. Mais nous avons vu aussi que par la suite ces systèmes explicatifs n'étaient pas mis au travail. C'est cela qui nous a fait dire que c'est davantage une pratique « commandée » par la doxa qu'une réelle conviction de l'enseignante en matière d'apprentissage. Cette fonction « commandée » l'est d'autant plus qu'en tant qu'EMF, P2 croit devoir produire ce genre de pratique qu'elle pense exemplaire.

2.2. Un impact variable des commandes institutionnelles sur les pratiques

Les préconisations institutionnelles sont perçues différemment par les professeurs. Nous avons remarqué dans la classe n°1 une mise en tension des injonctions officielles avec des éléments de pratique déjà installés. La façon dont P1 comprend les injonctions relatives à la démarche d'investigation - partir de questions, faire des expériences, etc. - perturbe un système cohérent et stabilisé qui présentait une certaine autonomie de fonctionnement pour les savoirs scientifiques scolaires. Nous avons rapporté un épisode (Extrait 8, p. 145) révélateur de l'inconfort dans lequel P1 est plongée lorsqu'il s'agit de conjuguer sa propre déclinaison d'une démarche en sciences (type leçon de choses) et sa compréhension des incontournables de la démarche d'investigation (poser des questions, faire des hypothèses). Nous avons analysé ce moment de classe en disant que P1 se sent obligée de faire produire des hypothèses, qui n'en sont pas, alors que les élèves de leur côté tentent de produire des explications aux phénomènes observés (cf. p. 142). Qu'est-ce qui oblige P1 à formaliser ainsi dans son questionnaire destiné aux élèves, ou au cours des échanges dans la classe, l'émission d'hypothèses, si ce n'est répondre à une injonction mal comprise par insuffisance de connaissance sur la nature des savoirs scientifiques ? On peut supposer que sa façon habituelle d'enseigner les sciences entre en conflit avec une injonction perturbatrice déstabilisatrice d'une partie des éléments fondateurs de ses pratiques.

Dans la classe n°2, les préconisations telles qu'elles sont comprises par P2 amènent à faire produire aux élèves leurs représentations sans que le professeur ne les prenne réellement en compte. P2 comprend la démarche d'investigation comme une espèce de passage obligé de type institutionnel pour les élèves mais sans lien véritable avec une modalité de construction des connaissances. À notre sens, il s'agit bien là de deux demandes institutionnelles, comprises à la manière de P2, qui impactent fortement les pratiques. Enfin, l'enseignement dans cette classe est adressé à des élèves en difficulté et il semble que cet adressage soit un autre facteur impactant les pratiques de façon non négligeable. Ainsi, la pratique dans cette classe est produite surtout en référence aux institutions.

L'impact des facteurs institutionnels formels scolaires est bien moins important dans la classe n°3. Nous en voulons pour preuve, la prise de distance de

l'enseignante quant à la densité épistémique proposée à ce niveau d'étude du cycle 3, quant aux sources documentaires utilisées dans la classe et enfin quant à la durée totale de la séquence pour couvrir la thématique de la circulation du sang. P3 s'autorise à prendre des distances relativement importantes avec l'institution en mettant à l'étude des savoirs parfois très au-delà des compétences d'un élève de cycle 3 et aussi en s'autorisant et en autorisant par la même occasion les élèves à entrer dans des processus d'enseignement et d'apprentissage relativement long (7 séances sur la circulation sanguine). Il n'y a pas non plus l'intention de mettre en place une démarche d'investigation-type comme un passage obligé pour les élèves, mais ce que nous avons observé se rapproche de ce que l'on peut imaginer être une démarche d'investigation au service de la construction de savoirs, en tout cas beaucoup plus que dans les deux autres classes.

2.3. Complexité et cohérence des déterminants professoraux

Les déterminants de l'action didactique, que nous avons dégagés (et il peut y en avoir d'autres) sont constitués en réseau complexe, dont les blocs sont très intriqués. Nous avons repris des travaux de Sensevy (Sensevy, 2007) la catégorisation en ROS du professeur, l'épistémologie pratique (comprenant les théories, implicites ou explicites, sur les savoirs et les théories sur l'enseignement et l'apprentissage) et l'activité adressée. Les inférences faites à partir de l'analyse *in situ* l'ont été à propos de ces blocs de déterminants. Et l'étude que nous avons menée a, dans son mouvement de description analytique, dénoué des liens pour rendre plus apparent les différents déterminants mais il s'avère au final que les liens, dénoués pour l'analyse, entre ces blocs de déterminants sont plus ou moins forts ; par exemple, la manière de connaître les savoirs de la circulation du sang n'est pas sans lien avec les théories sous-jacentes à propos de leur apprentissage, de même que celles-ci ne sont pas sans lien avec les théories relatives à l'enseignement. Le tissage des liens entre blocs est donc plus ou moins fin ; la recherche n'a pas porté sur cet aspect mais nos observations nous permettent de dire la dépendance des blocs de déterminants les uns avec les autres et la grande cohérence entre ces blocs de déterminants qui peuvent être vus comme un réseau de déterminants.

Ainsi, l'intrication des déterminants est bien visible dans les pratiques de la classe n°2. P2 ne considère pas les savoirs comme des constructions intellectuelles humaines mais plutôt comme « extérieurs à soi ». Compte tenu de cette forme de théorisation sur la nature des savoirs scientifiques, il n'est pas question dans cette classe d'un quelconque travail sur des obstacles épistémologiques¹⁰⁷. En faisant l'hypothèse d'un tel lien entre les théories implicites et la mise en œuvre effective, les représentations des élèves ne sont pas considérées comme des systèmes explicatifs et en conséquence ne sont pas utilisées à des fins de modification. L'apprentissage, selon P2 et dans cette classe, ne se fait pas par une rupture épistémologique entre les conceptions naïves et les concepts scientifiques. Dans l'empirisme qui nourrit une partie des pratiques de P2, il n'y a pas non plus d'obstacle, les opérations « pratiques » peu conceptuelles sont valorisées. Cependant, P2 fait « émerger » les conceptions des élèves au motif que c'est une commande institutionnelle ; cela semble être la seule raison d'autant que P2 est EMF et très respectueuse de l'institution. Enfin, et c'est une interprétation que l'on peut faire, P2, de par sa formation littéraire et sa fréquentation

¹⁰⁷ Si toutefois on fait l'hypothèse d'une cohérence entre la mise en œuvre de l'enseignement chez P2 et ses théories sur l'enseignement, ce qui n'est pas toujours le cas, d'ailleurs, chez les enseignants.

récente avec les savoirs de la circulation du sang, ne maîtrise pas suffisamment les savoirs en jeu ; elle a tendance à fermer au maximum les situations et refuse d'une certaine façon de prendre en compte le ROS des élèves. L'ensemble de ces théorisations sur les savoirs, l'enseignement et l'apprentissage forme un tout cohérent qui, semble-t-il, n'engage pas P2, très logiquement, à prendre en compte le ROS des élèves et installe ceux-ci dans un « métier » d'élève et dans une position d'exécutants qui consiste à produire des réponses uniques à des questions relativement fermées de l'enseignante. Nous avons vu que l'enseignement en RAR renforce ce positionnement, à la suite d'une forme de validation par la pratique elle-même. Une des conséquences de ces assemblages de déterminants est d'induire chez les élèves l'idée qu'il suffirait dans cette classe de dire la manière qu'on a de connaître les savoirs et d'en rester à cela c'est-à-dire ne pas chercher à modifier son ROS, bref ne pas s'impliquer dans un réel apprentissage. Le ROS des élèves ne peut, semble-t-il, pas être pris en compte, selon les conceptions de P2, et de fait celle-ci ne crée pas les conditions de sa prise en compte car en toute logique, chez P2, les savoirs ne se construisent pas ; ils sont donnés, on les exhume des documents.

Dans la classe n°3, ce sont des points de convergence entre ce que sont les savoirs scientifiques, la manière de les construire et de les apprendre, le tout dans une épistémologie constructiviste qui font la cohésion entre les blocs de déterminants à l'origine de formes particulières d'action disponibles pour l'enseignant dont certaines seront mobilisées dans l'action conjointe et qui permettront, éventuellement, aux élèves d'entrer dans une forme de culture scientifique. Dans cette classe, une formation scientifique de bon niveau et un modèle pédagogique cohérent avec ce que donnent les résultats de la recherche en éducation produisent une pratique en référence à celles produites dans la communauté scientifique. La pratique conjointe produite peut d'ailleurs prendre à certain moment, un aspect caricatural, lorsque notamment P3 a l'illusion que tout peut s'apprendre quelque soit la densité épistémique en jeu. On en veut pour preuve certains travaux sur le débit sanguin qui sont abordés sans aucun recours à de la modélisation et qui ainsi restent inaccessibles pour une grande partie des élèves de la classe.

Finalement, plus qu'à une dichotomie des pratiques que l'on pourrait grossièrement résumer de la façon suivante : les professeurs de formation littéraire ou plus largement non scientifique ont des difficultés à faire produire aux élèves des pratiques en référence à celles exercées dans la communauté scientifique tandis que le professeur de formation scientifique le peut, c'est à une conclusion beaucoup plus complexe à laquelle nous parvenons quand on interroge les déterminants des pratiques réelles dans les classes ordinaires. Ce sont des blocs solidaires, complémentaires, mais pas toujours, car parfois en tension, de déterminants qui s'influencent l'un l'autre et qui influencent les schémas d'action potentiels des enseignants (c'est-à-dire les actions possibles dans l'action conjointe). À cette imbrication fine et complexe des déterminants relatifs aux savoirs de la circulation du sang, nous pouvons ajouter que les déterminants des pratiques chez des enseignants polyvalents, à propos de la circulation du sang, entretiennent sans doute des liens très étroits avec des théories plus générales sur l'enseignement et l'apprentissage des savoirs en général ; celles-ci ont vraisemblablement percolé vers les théories sur l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs-là, ceux de la circulation du sang. Les déterminants des pratiques des maîtres polyvalents du premier degré relèvent donc d'une très grande complexité et nous avons pu mettre à jour quelques uns des aspects de cette complexité.

Ajoutons aussi à cette complexité qui tient les déterminants professoraux des pratiques que ceux-ci sont très implicites ; P3 pratique une démarche scientifique sans forcément qu'elle soit en capacité de l'explicitier systématiquement ; ces éléments non conscientisés d'une démarche en partie naturalisée sont incorporés intimement dans la pratique. Les déterminants que nous avons inférés des pratiques en lien avec les savoirs de la circulation du sang sont pour partie « encapsulés » (Crahay *et al.*, 2010) avec des connaissances très générales qu'ont les professeurs sur les savoirs, la classe, l'école et bien d'autres choses encore.

2.4. Conclusion

Les déterminants professoraux seraient donc organisés en différents blocs qui entretiennent des liens plus ou moins serrés entre eux et qui alimentent des formes d'action potentielles dont certaines sont actualisées dans l'action conjointe.

L'influence des déterminants sur les pratiques est variable ; certains déterminants relatifs à l'activité adressée sont prépondérants dans la classe n°2 où les pratiques sont produites en référence à l'institution ou motivées par la demande institutionnelle alors que dans la classe n°3, c'est la référence à la pratique scientifique qui est prépondérante. Les pratiques de la classe n°1 ne sont produites véritablement ni en référence à l'institution seule ni en référence aux pratiques scientifiques, elles sont le résultat de tensions en lien avec une compréhension peu affirmée des soubassements épistémologiques de sa propre pratique et des fondements épistémologiques des pratiques préconisées (l'institution elle-même étant peu explicite et pas forcément cohérente avec les raisons épistémologiques qui gouvernent ces préconisations, cf. p. 46) .

Ces déterminants font en partie la variété des pratiques enseignantes. À ce stade, il semble nécessaire de préciser que la grande complexité dans l'articulation de différents éléments qui font les déterminants des pratiques nous engage à la prudence et à la modestie dans nos conclusions ; en effet, la totalité des pratiques ne peut être expliquée systématiquement. En tout cas, nous n'avons pas la prétention de détenir l'ensemble des éléments qui pourraient nous permettre d'expliquer à coup sûr les pratiques didactiques conjointes observées ; nous pouvons fournir des explications sur une partie des pratiques, le versant didactique, mais pas de toute la pratique conjointe ; des zones d'ombre subsistent.

Enfin, une partie de nos résultats est en cohérence avec ceux obtenus par d'autres travaux, notamment en ce qui concerne les références épistémologiques des professeurs, notamment l'empirisme, convoqué de manière parfois très implicite par les enseignants, notamment ceux des classes n°1 et 2. Nos résultats sont cohérents avec des séries de travaux désormais anciens qui révèlent les pratiques empiristes des professeurs enseignant les sciences. Cette récurrence dans les résultats de recherche interroge d'autant que certains travaux avaient produits ces résultats déjà dans les années 1980 (pour une synthèse voir Lederman, 2007). Pourquoi trouve-t-on encore aujourd'hui la convocation de ces registres épistémologiques au sein des pratiques de maîtres relativement jeunes ? Chez des enseignants d'une même génération ? J.Y. Cariou apporte des éléments de réponse en retraçant l'arrière-plan historique de l'épistémologie « spontanée » des enseignants (Cariou, 2011, p. 84) et en attribuant l'enseignement des disciplines scientifiques « aujourd'hui essentiellement opératoire et manipulatoire » à « l'implantation profonde d'une tradition épistémologique aux racines historiques séculaires » (Cariou, 2011, p. 94).

3. Des déterminants élèves

En engageant nos travaux de recherche nous partions de l'hypothèse que repérer ce que les élèves font avec les savoirs dans l'action conjointe pouvait être un moyen d'approcher une partie des déterminants élèves pour ensuite saisir l'influence de ces déterminants sur l'action conjointe. La mise à jour des déterminants devait, dans un mouvement suivant, produire une meilleure compréhension des pratiques conjointes. Revenons sur les résultats produits à propos des déterminants élèves.

3.1. Le ROS des élèves

Nous ne disposons pas exactement des mêmes outils de caractérisation des ROS des élèves que ceux que nous avons produits pour le professeur avec lequel nous avons eu de longs entretiens par exemple. En outre, les professeurs s'expriment tout au long de la séquence d'enseignement, ce n'est pas le cas de tous les élèves. Ce que nous pouvons dire, généralement, à propos des ROS des élèves est ce que nous pouvons inférer de l'action conjointe et des entretiens c'est-à-dire que, pour les élèves qui ne participent pas directement à l'action conjointe, leur ROS n'est atteignable qu'à travers les propos tenus. Les actions réalisées par certains en classe ne trouvent confirmation qu'à travers les entretiens effectués après la classe avec un nombre réduit d'élèves (6 en moyenne par classe), et qui plus est, pas forcément auprès de ceux qui se sont exprimés en classe. C'est pourquoi les résultats produits à propos des ROS des élèves sont sans doute moins riches que ce que nous avons pu dire à propos des enseignants. Nous pouvons néanmoins revenir sur les résultats produits.

Nous avons vu comment dans la classe n°3, les ROS d'élèves étaient pris en compte à des fins de tentatives de transformations par le professeur de cette classe ; ils contribuaient à fonder une partie de la mésogenèse (cf. p. 289) et les interactions analysées nous ont permis de repérer les manières de modifier partiellement les ROS des élèves en prenant appui sur leurs propos et arriver ainsi par exemple à la notion de sang circulant et transporteur (cf. p. 272). Nous avons vu comment P3 avait à cœur de mettre en doute certaines évidences proférées par des élèves, notamment pour engager la classe vers une problématisation (cf. p. 259). Nous avons également eu l'occasion de repérer et de caractériser le registre de référence des ROS d'élèves quand ceux-ci en appellent à des modèles mécanistes du vivant teintés de finalisme et qu'ils sont amenés à produire des explications de phénomènes physiologiques (cf. p. 268). Il a été possible également de pointer le passage pour certains élèves d'un registre d'énumération des organes à un registre sollicitant des mises en relation, témoin d'une possible modification de leur ROS. Nous avons également suivi plus particulièrement le cas de Maud à propos de laquelle nous avons pu remarquer des déplacements successifs de sa manière d'utiliser des savoirs en situation ; le ROS a bien ici été pris en compte et vraisemblablement été modifié, pour Maud bien sûr, mais nous avons vu, et comment (cf. Extrait 52, p. 291) que cette modification était au service d'un travail collectif aussi. Les tentatives de changement des ROS des élèves par P3 visent autant les rapports épistémiques qu'épistémologiques des élèves aux savoirs. Cette visée de modification va dans le sens d'un rapprochement des rapports que des élèves entretiennent vis-à-vis des savoirs vers les modalités de connaissance qu'a P3 de ces mêmes savoirs. Le contrat didactique instauré dans la classe n°3, est donc un contrat très clair mais aussi très contraignant pour les élèves ; en réalité seuls les ROS d'élèves compatibles avec celui de P3 peuvent s'exprimer ; seuls sont sélectionnés, dans l'action conjointe et donc repérables pour nous, à travers nos outils

d'observation, les ROS qui entrent en phase avec celui de P3 ou bien les élèves donnent à voir un ROS dont ils savent qu'il trouvera une résonance avec celui de P3 et s'interdisent alors de faire vivre d'autres ROS, en tout cas, l'action conjointe ne laisse pas vivre d'autres formes de ROS d'élèves. Ainsi, la composante publique de certains ROS a été approchée, sans doute pas leur composante privée (cf. p. 30). C'est cela qui nous fait dire que nous n'avons peut-être pas pu « attraper » la variété des ROS susceptibles de vivre dans cette classe. On peut aussi produire l'interprétation suivante, dans le paradigme de l'action conjointe : ce sont les élèves qui, dans une certaine mesure laissent s'exprimer le ROS de P3 tel que nous avons pu le caractériser. La caractérisation des ROS des élèves est plus riche indubitablement dans la classe n°3, où leur expression et prise en compte est favorisée, que dans les deux autres classes.

La classe n°1 nous a fourni l'opportunité de saisir que des rapports épistémique et épistémologique peuvent être parfois très différents entre des élèves et le professeur. Nous avons vu ainsi qu'Etie donnait à voir un rapport aux objets de savoir en jeu sur un versant fonction nutrition qui n'est pas celui du professeur de la classe. Nous avons vu comment cet apport épistémique inédit modifiait le cours de la séquence de classe et partant produisait une action conjointe peu prévisible (cf. p. 161). Cette même classe nous a donné à voir des rapports épistémologiques aux savoirs en jeu différents entre le professeur et des élèves. Par exemple, pour certains élèves, les savoirs sont des outils pour comprendre le monde et les phénomènes ; ils sont des « puissances d'agir » pour reprendre l'expression de Sensevy (2011) ; ce sont des éléments censés rendre explication des phénomènes, ce qui n'est pas vraiment le cas pour le professeur (un savoir est une vérité objective, le plus souvent listé). Nous avons relaté les points de vue différents d'élèves et du professeur sur ce qu'est une hypothèse ou une solution (cf. Extrait 8, p. 145). Ces moments de pratiques analysées nous ont permis d'approcher à la fois des manières de connaître et des manières de concevoir, pour les élèves, les savoirs de la circulation du sang. Ces manières de concevoir les savoirs de la circulation du sang les positionnent sur des registres épistémologiques *a priori* différents de ceux du professeur de la classe.

Plus difficile a été la tâche de caractérisation des manières de concevoir les savoirs et les manières de faire usage de ces savoirs pour les élèves de la classe n°2, pour les raisons que nous avons déjà expliquées (fermeture des milieux). Les pratiques de cette classe concourent à faire exposer aux élèves, dans une certaine mesure, leur ROS sans pour autant que ceux-ci soient pris en compte et qu'ils soient transformés. Nous avons expliqué que cet état de fait était en lien avec une fermeture des milieux imputables à des assemblages très cohérents de déterminants chez P2. Cependant, une élève, Cher, donne à voir des éléments de son ROS et s'engage dans des mises en lien qui lui font produire des savoirs inédits en s'autorisant à dépasser les simples mises en activité proposées dans la classe par P2. D'autres élèves (la plupart) se satisfont de la position d'exécutants, instaurée par les pratiques professorales, comme Ahme par exemple qui adopte une posture qui consiste à rester sur les savoirs qu'il possède et refuse de s'engager vers de nouveaux savoirs ; les pratiques de classe renforcent d'ailleurs cette position de *statu quo* sur les ROS des élèves, un travail de transformation par prise en compte des ROS élèves étant très peu développé dans cette classe. Ainsi, transformer son ROS, comme le fait Cher, sans être aidé par P2, voir contre P2, c'est aller au-delà du contrat didactique installé ou transgresser les pratiques installées. Dans ce cas, il faut posséder un RAP qui soutienne cette démarche : c'est le cas de Cher mais pas forcément d'autres élèves de la classe (les

plus nombreux). Le sens et la valeur accordés aux savoirs à l'étude font une différence parmi les élèves ou dit autrement, les pratiques de P2 créent de la différence (cf. paragraphe 2.4., p. 323) dans les apprentissages entre élèves. Précisons cet aspect des choses.

3.2. Le RAP des élèves

Le sens et la valeur accordés aux savoirs par les élèves sont des éléments qui vont soutenir leur engagement dans l'action conjointe. Accorder de l'importance aux savoirs en jeu peut aider l'implication de l'élève dans l'action *in situ* en lui permettant de participer activement à l'action conjointe de sorte à modifier, si les conditions de classe le permettent, sa manière de faire usage de savoirs ; c'est-à-dire abandonner une forme de connaissance pour une nouvelle, transformée, construite suivant les modalités ayant cours dans les classes.

Maud, Lena ou d'autres élèves de la classe n°3 s'engagent, de la façon que nous avons décrite, dans l'action conjointe, en lien avec un RAP qui soutient leur mobilisation dans l'action et les engage vers une modification de leurs connaissances antérieures. C'est vraisemblablement un rapport à *l'apprendre* de type objectivation /dénomination chez ces élèves qui les engage dans l'action conjointe avec profit. Les élèves dont le RAP est de type « imbrication du je dans la situation », à la manière d'Ahme ou Mimo dans la classe n°2, ne mobilisent pas dans l'action conjointe les mêmes capacités et ne s'engagent pas vers une transformation de leur manière de connaître les savoirs, d'autant qu'ils ne sont pas incités à faire ce mouvement de transformation par les pratiques professorales. De même dans la classe n°1, certains élèves, ceux qui sont dans l'« imbrication du je dans la situation » en resteront aux activités manipulatoires au cours des ateliers scientifiques sans savoir accès aux savoirs sous jacents par manque de soutien professoral.

Nous avons mis à jour la composante sociale du RAP de Cher ; elle est pour l'essentiel familiale et concourt à l'engagement de l'élève dans des apprentissages non prévus par P2. En prolongement, nous avons formulé qu'effectivement, s'il y a peu de place pour les ROS des élèves alors ce qui devient déterminant ce sont les dispositions qu'ont ou pas les élèves vis-à-vis des savoirs pour produire *proprio motu* des savoirs parfois non mis intentionnellement à l'enseignement par le professeur (cas de la classe n°2). C'est alors le rapport à *l'apprendre* qui fait la différence face aux pratiques enseignantes.

Nous avons enfin vu comment Etie par exemple accorde pour des raisons familiales un intérêt particulier au sujet de la circulation du sang ; c'est vraisemblablement cet élément qui l'engage plus particulièrement dans l'action conjointe et l'amène à rendre visible des facettes de sa manière de connaître les savoirs de la circulation du sang (notamment le versant nutrition) qui indubitablement modifient le cours de l'action conjointe.

Le sens et la valeur accordés par des élèves aux savoirs jouent ainsi en soutenant les ROS mobilisés dans l'action conjointe dans la classe n°3 ; les élèves ont des habitudes de travail qui les amènent à travailler à la maison, à discuter avec leurs parents du sujet traité en classe. Le RAP de certains élèves dans cette classe est tel que s'engager dans des modifications de leur ROS n'est pas hors de portée pour eux.

3.3. Conclusion

Nous avons pu caractériser certains ROS d'élèves ; nous leur avons donné une certaine matérialité ou forme notamment dans les classes n° 1 et 3. La tâche a été plus difficile dans la classe n°2. Les caractérisations produites à propos des déterminants des élèves sont d'une richesse moindre que celles produites pour les déterminants professoraux. Cette affirmation produit en miroir des informations sur les pratiques professorales, même si, dans la classe n°2 les conditions dans lesquelles se déroulent les pratiques (RAR) pourraient expliquer le peu de place accordée aux élèves. Si le chercheur ne peut accéder au ROS des élèves, le professeur non plus ; c'est vraisemblablement parce que les élèves ont souvent une place mineure dans le déroulement de l'activité. Nous avons cependant produit des résultats.

Nous avons montré que les rapports aux objets de savoir des élèves ne modèlent pas systématiquement l'action didactique en train de se faire mais que les rapports aux objets de savoirs des élèves infléchissent l'action didactique dans un cadre déjà prédéterminé par l'enseignant au fait des savoirs à faire acquérir. Les éventuelles modifications sur le cours de l'action conjointe sont d'autant plus importantes que les élèves ont un RAP plutôt de type objectivation/dénomination et qu'ils accordent du sens et de la valeur aux savoirs à l'étude ; certains engagements actifs d'élèves dans l'action conjointe peuvent être reliés à des événements familiaux, par exemple.

Au-delà de ces éléments généraux, nous produisons des résultats en cohérence avec des résultats antérieurs de travaux qui ont porté sur les pratiques enseignantes en contexte difficile (Venturini et Amade-Escot, 2009) ; dans un milieu très contraint, le RAP fait la différence ; le cas de l'élève Cher l'a montré et en prolongeant les conclusions obtenues à propos de cette élève, la pratique enseignante dans cette classe pourrait être à l'origine de différences dans les apprentissages des élèves comme d'autres travaux l'ont montré (Bautier et Rayou, 2009 ; Bautier et Goigoux, 2004).

Finalement, à la manière de ce que nous avons dit pour les professeurs, des élèves s'engagent dans l'action conjointe au point d'imprimer sur cette action une marque décelable à travers nos outils d'analyse et que nous avons pu mettre en relation avec une manière de connaître les savoirs et un rapport à *l'apprendre* qui les impliquent, plus ou moins, dans les savoirs mis à l'étude selon que leur relation aux savoirs est de type « objectivation/dénomination » ou « imbrication du je dans la situation ». Ces déterminants élèves ajoutent des éléments contribuant à la variété des pratiques d'enseignement et d'apprentissage ; le ROS et le RAP contribuent à la compréhension de ces pratiques.

Après ce bilan discuté des résultats produits au cours des études empiriques, revenons sur les conditions de production des résultats.

Chapitre 2. RETOUR SUR LES CADRES THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE

Cette recherche a bien sûr des limites ne serait-ce que par le nombre de cas étudiés qui empêchent toute forme de généralisation. Cependant ce dernier chapitre est l'occasion de revenir d'abord sur l'articulation objets de recherche-méthodologie afin d'interroger les conditions de production des résultats. Il s'agira ensuite de revenir sur la proposition d'un modèle synthétique des déterminations des pratiques conjointes.

1. Les conditions méthodologiques de production des résultats

Nous opèrerons ce retour sur les conditions de production des résultats en développant trois points successivement qui nous semblent importants à discuter : la façon de croiser les points de vue pour produire des interprétations sur l'action didactique conjointe dans les classes, les différents niveaux d'analyses et enfin le repérage des ROS d'élèves dans l'action conjointe.

1.1. Les analyses extrinsèque versus intrinsèque

L'ambition dans ce travail était de produire des savoirs sur une partie de l'activité humaine considérée comme conjointe, l'action didactique. Nous avons utilisé les outils théoriques fournis par la TACD pour procéder aux descriptions précises des pratiques conjointes, et ainsi tenter de répondre à nos questionnements de recherche. Ce même cadre théorique postule l'existence de liens entre les pratiques produites et les déterminants¹⁰⁸ que nous souhaitons approcher et comprendre. Enfin, nous situons nos recherches dans un paradigme postulant des liens entre une action et des connaissances implicites ou explicites qui peuvent éventuellement être dites, exprimées ou formulées à propos de cette pratique, de cette action. Sur la base de ces principes, nous avons construit un appareil méthodologique fondé sur une analyse ascendante des pratiques conjointes entre le professeur et des élèves. Nous pensons ainsi avoir mis en lien organiquement cadre théorique, méthodologique et conceptions épistémologiques sous-jacentes à la recherche. C'est un tiers, en l'occurrence le chercheur, qui a produit une reconstruction didactique, avec ses outils théoriques ; cette première analyse est extrinsèque et elle est en même temps première, faite de nos interprétations. Mais nous nous sommes assurée de prendre en compte le point de vue des acteurs de la scène didactique par l'intermédiaire d'une analyse intrinsèque. Cette dernière sert à conforter le point de vue du chercheur ; si des éléments entrent en contradiction, certaines reconstructions sont abandonnées au profit de nouvelles. En effet, au cours du processus de recherche complexe, nous produisons des interprétations que nous confortons avec des propos déclaratifs des acteurs ; ce faisant, nous prenons connaissance d'éléments complémentaires qui peuvent servir de guide dans la lecture des prochaines interactions analysées. Les interprétations faites vont donner du sens à certains propos des acteurs et par un procédé d'aller et retour entre les corpus principal et associé, nous procédons aux interprétations définitives. Ainsi,

¹⁰⁸ Nous rappelons que le terme de déterminant est entendu comme ce qui peut fournir des explications à des comportements didactiques ; ce sont eux qui documentent une partie de la compréhension de l'action sans qu'ils renvoient systématiquement à une forme intentionnelle de l'action (Sensevy, 2007, p. 37). Ceci n'installe pas les déterminants dans un rapport de cause à effet.

la mise en relation des discours des acteurs du jeu didactique avec l'analyse ascendante des pratiques conjointes *in situ*, faite par le chercheur, nous semble au final une méthodologie qui s'est révélée efficace pour avoir accès aux aspects émergents de ce qui se joue dans le jeu didactique. Ainsi, en se donnant les moyens de travailler aussi sur les points de vue interprétatifs des acteurs eux-mêmes, à travers les divers entretiens professeurs et élèves, nous pensons avoir croisé des regards qui au final permettent l'émergence d'une analyse, de la part du chercheur, qui traduit aussi une partie des points de vue intrinsèques ou en tout cas qui les prend en compte. Ce sont tout à la fois les interprétations didactiques et les inférences des déterminations, notamment professorales, menées au long de la recherche qui gagnent ainsi en épaisseur et en validité ; toutefois, elles restent des interprétations et nous les assumons.

1.2. Granulométrie des descriptions de l'action didactique

Il n'existe pas de niveau universel de découpage de l'activité humaine ; il n'existe pas non plus pour rendre compte de l'action didactique conjointe. Et comme le précise Sensevy : « *l'usage de la notion de jeu est d'abord justifié par le postulat qu'un jeu réfère à la bonne granularité pour comprendre l'action humaine* » (Sensevy, 2011, p. 36), le choix du grain de découpage de l'action conjointe a répondu aux nécessités imposées par les questions de recherche. Ainsi, celles-ci conditionnent la quantité de séances analysées et leur division en entités exploitables pour ces questions. Dans notre cas, la description d'une partie de l'activité humaine (l'activité produite en situation didactique) a été faite sous forme de jeux de savoir dont la granulométrie a été choisie pour rendre compte au plus près de l'activité didactique, celle centrée sur des éléments de savoir. Les jeux sont ainsi compris dans un calibre situé entre une dizaine et une vingtaine de minutes ; ce découpage séquentiel de jeux conjoints nous apparaît au final comme une distance raisonnable et productive pour rendre compte d'une action d'enseigner et d'apprendre les savoirs de la circulation du sang au cycle 3. Le grain a été choisi en cohérence avec le rythme d'avancée des savoirs en jeu.

Cette unité de découpage permet en outre de naviguer entre deux échelles d'analyses, méso et micro qui sont complémentaires ; le passage d'une échelle à l'autre est essentiel pour articuler nos compréhensions de ce qui se joue dans l'interaction de quelques tours de parole et de ce que cela peut avoir comme conséquence ou comme lien sur l'ensemble des pratiques produites. En effet, ce qui se joue dans un jeu ne peut prendre tout son sens que situé par rapport aux jeux précédents, voir aux groupes de jeux et donc référés aux familles de jeux pratiqués soit un niveau méso. L'échelle méso permet de regarder les pratiques conjointes en repérant des changements importants au niveau de la séquence de classe et l'échelle micro nous a fourni des arguments relatifs à l'hypothèse de départ : les déterminants élèves jouent sur les pratiques conjointes. En croisant ces différents niveaux d'échelle d'observation, nous avons tenté de saisir les répercussions de ce qui se joue au niveau micro, entre quelques élèves (voir un seul élève) et le professeur, au niveau méso avec des conséquences qui peuvent être importantes sur le déroulé de la séquence (changement de cap épistémique par exemple pour la classe n°1, cf. p. 161).

Finalement, le croisement tant des analyses extrinsèque et intrinsèque que des grains d'analyse eux-mêmes a permis de produire une reconstruction, dont la probabilité semble forte, des actions didactiques conjointes que nous cherchions à décrire et à partir desquelles nous cherchions à inférer des éléments de détermination.

1.3. Caractérisation des déterminants élèves

Nous avons cherché à comprendre les processus qui dirigent l'action didactique en choisissant de porter le regard sur les déterminants des acteurs didactiques. Si les caractérisations des pratiques conjointes et des déterminants professoraux ont pu être menées dans de bonnes conditions, le travail de repérage et de recueil des déterminants élèves possède, de notre point de vue, une faiblesse. Les caractérisations produites à propos des déterminants des élèves (ROS et RAP) sont ainsi d'une richesse moindre que celles produites pour les déterminants professoraux pour plusieurs raisons. Les élèves sont nombreux, ils ne s'expriment pas tous ; nous n'avons pas accès systématiquement à leur ROS. Dans le temps imparti pour cette recherche, et avec les dispositifs méthodologiques mis en œuvre, compatibles avec le fonctionnement des classes « ordinaires », nous n'avons pu mener des entretiens longs avec un grand nombre d'élèves. Ce serait plutôt le travail d'une équipe de recherche, autour d'un projet, que celui d'un chercheur seul. Il est vraisemblable aussi que faire le choix de produire des analyses intensives sur un grand nombre de jeux et sur la totalité des séquences de travail a déplacé nos analyses vers une description qui valorise peut-être l'action enseignante au détriment de l'action des élèves.

Nous avons eu du mal à identifier des indicateurs généraux valables pour toutes les classes qui permettraient à coup sûr d'identifier les ROS¹⁰⁹ des élèves dans l'action conjointe. Nous avons essentiellement pris le parti de dire que les productions verbales (dans la classe et au cours des entretiens) et écrites étaient les ROS des élèves en faisant l'hypothèse que ces productions sont une traduction de leur activité intellectuelle ou une « matérialisation » d'une partie de leur ROS de la circulation du sang. Nous avons signalé aussi que tous les élèves ne s'expriment pas forcément dans l'action et qu'ainsi nous sommes moins bien armée pour repérer les ROS d'élèves. En tant que chercheur nous avons été gênée pour identifier les ROS des élèves dans la classe n°2 ; nous pouvons en effet dire assez peu de choses sur les ROS élèves dans cette classe mais des éléments contextuels que nous avons pointés (RAR) ont créé, à côté d'autres éléments professoraux, les conditions de cette difficulté. C'est sans doute sur ce point que des améliorations méthodologiques peuvent être envisagées ; comment décrire avec précision les actions didactiques des élèves au cours de l'action conjointe ? Peut-on décrire ces actions avec la même précision que ce que nous avons produit pour le professeur ? Ceci peut être un enjeu à la fois théorique et méthodologique pour des recherches futures.

Enfin, un effet de la méthodologie utilisée est de figer les choses et notamment les ROS ou les RAP dont on peut penser qu'ils sont sans doute plus riches que l'image que nous en avons donnée. En effet, nous croisons de nombreuses sources pour reconstituer les faits didactiques et nous pensons mener l'enquête avec la plus grande honnêteté, cependant ce ne sont guère que des photographies à un instant donné de ce que les élèves veulent bien nous donner à voir de leur connaissance quant aux savoirs particuliers de la circulation du sang. Nous n'avons pas eu les moyens de rendre mieux compte de déterminants de l'action, du côté des élèves. C'est sans doute là une des limites de la recherche. Il semble en revanche que les épistémologies professorales

¹⁰⁹ Il faut bien sûr toujours comprendre l'acronyme ROS comme un raccourci désignant la composante rendue publique dans l'institution classe du rapport aux objets de savoir des élèves.

ont été cernées avec une plus grande sûreté et nous estimons que les résultats produits à cet endroit sont les plus probables.

En se servant de ces derniers éléments conclusifs et comme nous l'annonçons en introduction de cette partie du mémoire, nous allons plus précisément revenir sur la proposition théorique que nous voulions mettre à l'épreuve de l'empirie, relativement à un modèle synthétique d'analyse des pratiques, intégrant les élèves dans un système de description et de compréhension de celles-ci.

2. Retour sur le cadre théorique

La question de recherche directrice de nos analyses et relative aux déterminants, proposait d'examiner si une compréhension plus affinée pouvait être rendue possible par une meilleure connaissance des déterminants tant professoraux qu'élèves. Une partie des pratiques conjointes peut être mise en lien avec des déterminants professoraux ; nous avons montré le rôle des épistémologies prises en référence, explicitement ou non, par les professeurs quand ils font la classe (cf. p. 317). Concernant les déterminants élèves, nos travaux ont, semble-t-il, montré qu'il était pertinent de procéder à une analyse des pratiques en convoquant les ROS des élèves aussi et en prenant appui sur eux ; nous avons vu l'influence de ceux-ci sur le cours de l'action conjointe, ainsi que des RAP qui soutiennent les ROS des élèves.

Ainsi, l'étude dans la classe n°1 par exemple, a montré que l'on ne pouvait comprendre le processus global de l'action que si nous regardions finement le ROS d'un élève, Etie en l'occurrence, et alors on pouvait saisir en quoi cette manière de connaître (versant « fonction de nutrition ») modifiait le cours de la séquence qui empruntait un chemin que l'on ne pouvait pas prévoir en ne regardant que les intentions et les déterminations professorales (versant « biophysique » et « éducation à la santé » notamment). Dans cet exemple, c'est *via* un contrat didactique assez flou que le ROS d'Etie, différent de celui du professeur, va influencer sur le déroulement du travail conjoint. P1 va en partie reconnaître et prendre en compte ce ROS particulier dans l'action conjointe, sans toutefois se l'approprier (cf. p. 161). En outre, nous avons vu, sur cet exemple précis, le lien que le RAP d'Etie entretient avec son ROS (cf. p. 164). Il y a dans cette classe, possibilité de l'expression des ROS des élèves au sein des jeux didactiques ; P1 laisse s'exprimer le ROS d'Etie ; elle en permet une certaine forme de prise en compte. Dans la classe n°1, l'action conjointe se traduit en partie par une expression de ROS d'élèves.

Au cours de l'examen des pratiques dans la classe n°2, nous avons eu des difficultés à caractériser les ROS des élèves car ils avaient peu d'espace pour s'exprimer et étaient faiblement pris en compte, dans l'action conjointe, sous l'influence d'une contrainte forte comme la fermeture des milieux par exemple (cf. p. 224) ; nous avons expliqué les enchâssements des soubassements épistémologiques professoraux à l'origine d'une telle fermeture (cf. p. 214) et notamment comment les actions professorales actualisées *in situ* jouent un rôle d'inhibition ou de réduction vis-à-vis de l'expression des ROS des élèves ; ils en réduisent l'expression et en conséquence la prise en compte. Dans la classe n°2, le professeur permet peu l'expression des ROS élèves. Pour expliquer certains apprentissages, nous avons dû convoquer un autre déterminant côté élèves : le rapport à *l'apprendre* qui désigne le sens et la valeur accordés aux savoirs, ce lien particulier avec des savoirs tissés sans doute aussi pour partie hors l'école et qui permet en l'occurrence à une élève Cher, dans la classe n°2, de produire un apprentissage indépendant d'une intention

professorale. Cette élève a mis en lien des éléments prélevés dans l'action conjointe pour produire un apprentissage, dans un espace privé, grâce à son rapport à *l'apprendre*. Nous n'avons pas vu l'impact de déterminants élèves sur une action collective didactique ; le RAP de Cher joue dans la sphère privée de l'élève. Le RAP permet des parcours d'apprentissage personnels, pas collectifs, dans cette classe-ci, la prise en compte des ROS étant peu favorisée.

Dans la classe n°3, les pratiques professorales en lien avec leurs déterminants laissent une place suffisante aux élèves ; des éléments de leurs ROS contribuent fortement à la mésogénèse dans cette classe. Les ROS des élèves, soutenus par leur RAP, sont ainsi très présents dans l'action conjointe. Le professeur autorise et favorise l'expression des ROS élèves qui en retour pilotent les actions possibles du professeur ; les actions du professeur prennent source dans l'action des élèves et *vice versa*. Le résultat en est la production de pratiques conjointes avec les caractéristiques que nous leur avons attribuées et notamment la prise en compte et la transformation de certains ROS d'élèves.

Il nous a donc été indispensable de se saisir du ROS des élèves pour décrire les pratiques conjointes et augmenter de cette manière la compréhension des pratiques. Nous pensons avoir donné une certaine matérialité aux ROS des élèves, certes de façon inégale, selon les possibilités d'expression des ROS des élèves, dans chacune des classes sous observation. Nous pensons avoir approché une partie du RAP d'élèves qui pouvait rendre compte de certains aspects de la pratique conjointe.

Finalement, le travail présenté est inédit car il regarde attentivement ce qui peut être les déterminants des pratiques conjointes, tant du côté du professeur que du côté des élèves. Les analyses sont centrées sur le premier déterminant des pratiques c'est-à-dire sur les savoirs. Le travail n'est pas seulement axé sur ce qui peut influencer la pratique professorale mais aussi ce qui fait la pratique conjointe ; la recherche a montré l'importance de la prise en compte des déterminants côté élèves aussi pour élucider certains aspects de la pratique conjointe.

En rassemblant les résultats obtenus sur les trois études de cas, nous pouvons revenir sur la pertinence d'introduire le ROS et le RAP des élèves dans un modèle synthétique des pratiques didactiques pour enrichir la compréhension des pratiques conjointes. Dans la Figure 28 (p. 334) nous proposons un modèle synthétique dans lequel nous mettons en lien les déterminants possibles de l'action conjointe. Dans ce modèle nous indiquons d'une part l'ensemble des déterminants professoraux que nous avons envisagés, étudiés et caractérisés : ROS, activité adressée et épistémologie « pratique » comportant les théories sur les savoirs et les théories sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences et d'autre part les déterminants élèves pris en compte dans la recherche - ROS et RAP - pour 4 élèves seulement nommés E1, E2, E3, E4. Ces groupes de déterminants alimentent des actions potentielles dont certaines sont actualisées dans l'action conjointe pour la produire.

Estimant que le produit de l'action conjointe exerce en retour une action sur les déterminants, nous avons indiqué par des flèches en pointillés ces rétroactions. En effet, on pourrait dire qu'Etie dans la classe n°1 crée les conditions de prise en compte de son ROS par le professeur, que dans la classe n°2, Cher ne crée pas les conditions pour que son ROS soit pris en compte de sorte à jouer un rôle important dans l'action collective et que dans la classe n°3, les élèves comme Maud créent, par leurs actions, les conditions de prise en compte de leur ROS en fournissant dans la mésogénèse des ROS compatibles avec celui de P3. Ces explications ne sont vraisemblablement pas

satisfaisantes, ce que nous faisons ici est juste une proposition d'un modèle synthétique.

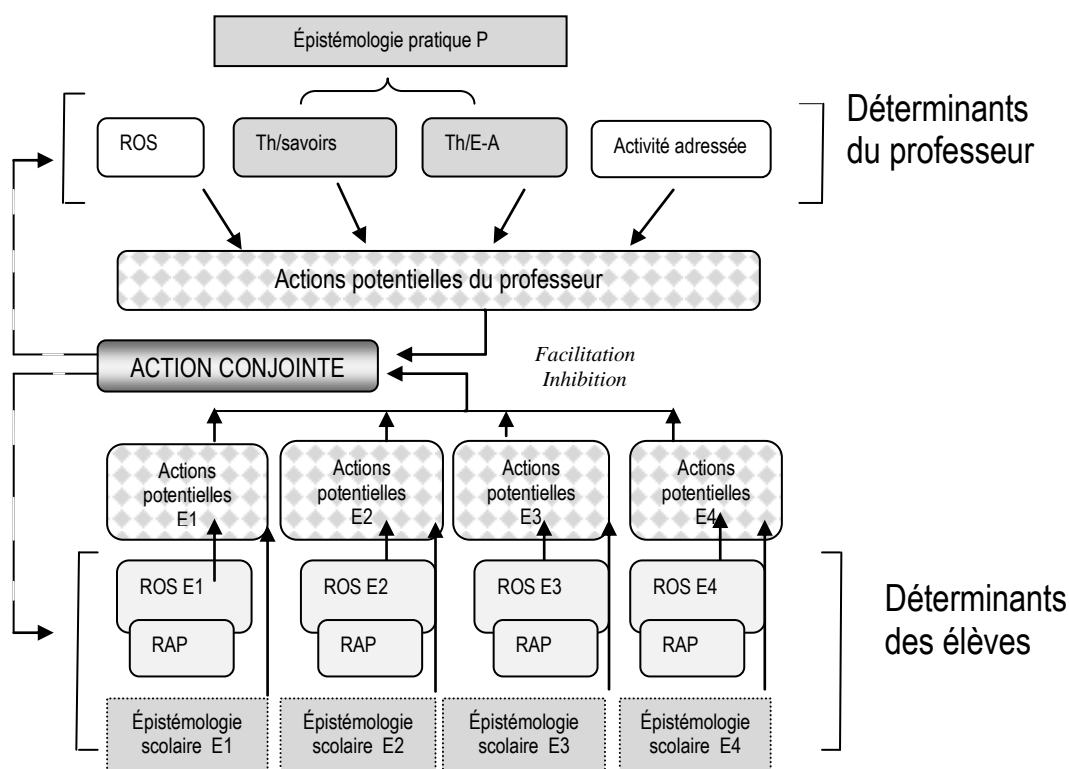


Figure 28. Modèle synthétique de déterminants possibles de l'action conjointe.

Il nous reste à conclure sur des éléments qui pourraient enrichir notre compréhension des déterminants élèves. Les élèves engagés dans l'action conjointe des ROS soutenus par leur rapport à *l'apprendre* ; notre travail l'a montré. On peut penser qu'ils engagent aussi un ensemble de théories implicites sur les savoirs et sur l'apprentissage, certes moins riches dans leur caractérisation, car nous n'avons pas pu méthodologiquement produire des outils adaptés, mais qui vraisemblablement présentent, entre eux, des éléments d'intrication très fins. Les élèves ont eux aussi une perception de ce que c'est que faire des sciences à l'école ; le plus souvent, faire des sciences, c'est quand « *on fait des expériences* » (entretien post élèves, annexes, p. 63). Dans leur vie sociale hors de l'école, ils peuvent être confrontés à des savoirs scientifiques, ils se constituent ainsi une culture personnelle qui peut entrer en résonance ou pas avec la culture scientifique de la classe ou de l'école. Ces éléments, constituant ce que l'on peut nommer une épistémologie, étudiante ou scolaire, qui reste à décrire et caractériser finement, alimenteraient eux aussi, à la manière de ce que nous avons dit pour le professeur, des actions possibles investies dans l'action conjointe. Ces actions possibles, côté élèves, pourraient être le pendant des actions potentielles côté enseignant.

Nous avons inclus en pointillés ces propositions d'épistémologie scolaire pour quatre élèves dans la représentation schématique d'un modèle possible des déterminants de l'action conjointe (cf. Figure 28). Ce modèle de déterminations de l'action conjointe reste à enrichir par des travaux sur l'épistémologie scolaire et ainsi prolonger la caractérisation amorcée avec les ROS et les RAP des élèves.

Ce modèle clôture provisoirement à la fois la discussion et notre travail de recherche que nous voulons maintenant rappeler au lecteur tout en pointant les prolongements auxquels ils pourraient donner lieu.

CONCLUSION

Le projet de cette thèse était de comprendre une partie des actions humaines, lorsque celles-ci sont didactiques, en lien avec des déterminants de façon à expliquer ce qui se joue dans cette forme d'action. Pour comprendre une partie des arrière-plans (Sensevy, 2011) qui peuvent orienter ces pratiques humaines, nous avons cherché à décrire, à des fins de caractérisation, les pratiques d'enseignement et d'apprentissage pour en inférer des déterminations didactiques. Pour cela, nous avons interrogé des pratiques autour de savoirs particuliers de la biologie fonctionnaliste, ceux de la circulation du sang, quand ils sont mis à l'enseignement et à l'étude dans des classes « ordinaires » du cycle 3 de l'école élémentaire française.

Pour caractériser ces pratiques ordinaires et inférer des déterminants de ces pratiques humaines, nous nous sommes située dans le cadre théorique de l'action conjointe en didactique (TACD) qui modélise l'activité humaine comme une série de jeux descriptibles à l'aide du doublet milieu-contrat, du triplet des genèses et du quadruplet d'actions du professeur qui sont autant d'outils de caractérisation des jeux conjoints (Sensevy et Mercier, 2007). Cette théorie postule l'existence d'une relation entre les pratiques conjointes et des déterminants professoraux dont certains peuvent être intentionnels et d'autres non (rapport aux objets de savoir, activité adressée et épistémologie « pratique »). Au-delà de ces déterminants professoraux, il nous a semblé fécond d'examiner aussi l'influence de liens entre les pratiques et des déterminants élèves. Ceci nous a conduite à envisager la possibilité d'explorer cette catégorie de déterminants et de comprendre les pratiques conjointes à l'aide du rapport aux objets de savoir des élèves (Chevallard, 1991) et à l'aide de leur rapport à *l'apprendre* (Charlot, Bautier et Rochex, 1992).

Afin d'entrer dans la compréhension la plus fine possible des transactions didactiques, nous avons procédé à une analyse épistémologique, institutionnelle et didactique de ce qui donne forme aux transactions dans la classe : les savoirs de la circulation du sang. Ce travail nous a permis de revenir sur les préconisations officielles que nous avons discutées. Celles-ci pouvant être interprétées différemment par les professeurs, nous avons repéré des centrations épistémiques possibles du professeur mettant à l'enseignement et à l'étude des thématiques préférentielles de la circulation du sang (centration nutrition, éducation à la santé et biophysique). Ces centrations sont elles-mêmes prises dans des modèles généraux explicatifs du vivant qui les influencent en retour. Les choix épistémiques ne sont pas sans lien avec les épistémologies dans lesquelles les savoirs de la circulation du sang sont enseignés et étudiés. Les conséquences de ces choix, conscients ou non, se retrouvent d'une part dans les différents savoirs privilégiés ainsi que dans les pratiques auxquelles ils sont attachés et d'autre part dans la place accordée aux élèves et aux pratiques langagières dans la construction des savoirs. Nous avons enfin rapporté des obstacles de nature épistémologique dans la construction du concept de circulation sanguine du côté des élèves. Tous ces outils nous ont été indispensables pour mener l'analyse *a priori* des savoirs en jeu dans les classes et l'analyse *in situ* des situations didactiques conjointes à des fins de caractérisation et de compréhension.

Ce travail théorique préalable mené, nous avons construit une méthodologie basée sur le principe d'une analyse ascendante des pratiques conjointes (Leutenegger, 2000, 2008) avec mise en inférence de deux corpus ; un relatif à la séquence

didactique (vidéo des séquences, travaux des élèves) et un relatif aux éléments externes à la classe (préparations du professeur, entretiens avec les professeurs et les élèves). En estimant que c'est dans le contraste que nous aurions les résultats les plus patents, nous avons fait le choix de produire trois études de cas dans trois classes pilotées par des professeurs polyvalents de formation initiale contrastée ; un professeur a une formation en psychologie, un autre, une formation littéraire et le troisième une formation de biologiste. Une fois les données construites, nous avons découpé chaque séquence, au niveau mésodidactique, en jeux à l'intérieur d'une vue synoptique interprétative (VIS). Nous avons ensuite procédé à une analyse microdidactique des jeux en nous basant notamment sur le postulat que l'activité langagière des acteurs renseigne sur les processus en jeu dans l'élaboration du savoir au cours des transactions (Schneeberger, 2007). Ces analyses fines couplées aux analyses mésodidactiques ont permis de dégager un certain nombre de caractéristiques des pratiques conjointes dans chacune des classes tant sur le plan mésogénétique que topogénétique et chronogénétique.

Afin de comprendre les soubassements conceptuels des pratiques, nous avons inféré des analyses de chaque étude de cas, un certain nombre de déterminants tant du côté du professeur que du côté des élèves. Ce travail nous a permis de regarder plus attentivement les relations que les professeurs entretiennent avec les savoirs, les théories auxquelles ils peuvent faire référence, implicitement ou explicitement les concernant et les théories relatives à l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs. Au-delà de ces éléments relatifs à l'épistémologie « pratique » du professeur nous avons recherché des éléments relatifs à son activité adressée. Par ailleurs, conformément à notre proposition de recherche, nous avons été vigilante sur les rapports qu'entretiennent les élèves avec les savoirs de la circulation du sang et leur rapport à *l'apprendre* ces mêmes savoirs. Le travail de la thèse s'est donc articulé autour d'une analyse des pratiques en lien avec des déterminants susceptibles de rendre explication d'une partie de l'action didactique conjointe.

Dans cette partie conclusive de la thèse, nous reprendrons les principaux résultats de la recherche, non pas classe par classe (cf. p. 297) ou comparativement (cf. p. 305), cela a déjà été fait, mais en produisant d'abord un résumé des conclusions sur les pratiques, puis une synthèse des déterminants en tissant des éléments conclusifs propres à une, deux ou plusieurs classes ; nous aborderons ainsi les résultats de la recherche en miroir ou en opposition selon les cas. C'est en appui sur les déterminants des pratiques que nous donnerons enfin des perspectives à ce travail notamment en termes de formation et de recherches futures.

1. RÉSUMÉ CONCLUSIF DES CARACTÉRISTIQUES DES PRATIQUES

1.1. Les savoirs produits dans les classes ne sont pas équivalents

Les thématiques préférentielles sélectionnées dans les classes pour aborder le concept de circulation du sang montrent une forme de convergence liée aux savoirs en jeu : le cœur et la double circulation sanguine par exemple sont à l'étude dans les trois classes. Cependant, d'autres thèmes avancés dans les classes le sont dans un ordre et un enchaînement chronogénétique propre scellant des différences importantes entre les classes qui au final ne produisent pas des savoirs équivalents.

La première classe étudiée privilégie une séquence démarrant par des approches épistémiques éducation à la santé et biophysique, peu conformes aux

exigences des programmes de ce niveau scolaire et en lien avec un modèle du vivant mécaniste. Les thèmes choisis excluent d'aborder le concept de circulation sanguine sur son versant fonction de nutrition. De nombreux jeux sont rapidement parcourus dans cette classe dans un ordre indifférent. Les savoirs factuels appréhendés portent sur des versants descriptifs de la circulation du sang parfois en lien avec des savoirs du quotidien. Les pratiques caractérisées dans cette classe agencent les savoirs de façon cumulative avant une institutionnalisation unique et finale.

Dans la deuxième classe étudiée, on note de nombreux jeux empiriques alternant avec quelques jeux à orientation théorique dans une démarche spiralée qui valorise des aspects descriptifs de la circulation sanguine en relation avec deux concentrations -biophysique et nutrition- envisagées dans un modèle explicatif du vivant de type mécaniste. Les savoirs qui sont produits dans cette classe sont la plupart du temps non problématisés et correspondent à des savoirs-solutions, réponses uniques à des questions de l'enseignante. Les savoirs déjà-là sont exhumés de nombreux documents par les élèves ; ils ne sont pas construits.

Dans la dernière classe étudiée, les élèves sont installés dans des milieux pour l'étude variés en fréquentant un petit nombre de thèmes comportant un grand nombre de jeux dont certains sont axés sur la problématisation et d'autres sur la modélisation ; dans cette classe, la circulation sanguine est uniquement envisagée sur le pôle fonction de nutrition intégré à un modèle du vivant considéré comme information. Les expériences effectuées sont questionnées, dépassées puis expliquées au cours d'une phase de construction de savoirs très denses épistémiquement pour ce niveau de classe. Il en découle une production, dans cette classe, de savoirs scolaires scientifiques et une fréquentation avec une forme de culture scientifique.

Deux des classes observées, où officient des professeurs non scientifiques, donnent à voir des pratiques dont les références épistémologiques sont pour l'essentiel empiriste et inductiviste, avec une conception sous-jacente de la science réaliste en donnant aux savoirs une valeur de vérité objective sans lien avec des constructions intellectuelles humaines. On peut globalement opposer ces références épistémologiques à celles qui ont cours dans la troisième classe observée, où enseigne un professeur de formation biologiste, et dans laquelle les savoirs produits ont le statut de savoirs scientifiques en référence à des épistémologies directrices proches des épistémologies constructivistes. La nature des savoirs produits dans les trois classes est donc différente et tend soit vers des savoirs scientifiques, soit vers des savoirs propositionnels.

1.2. Des rôles différents attribués aux élèves

Il s'en suit des places différentes des élèves dans les processus didactiques mis en œuvre, avec un impact réel sur les productions potentielles de savoirs par les élèves eux-mêmes. Ceux de la première classe étudiée ne sont pas aidés dans la nécessaire décontextualisation des savoirs de la situation qui a servi à les introduire ; ils sont souvent mis en situation de « faire » ou mis face à des résultats scientifiques sans lien avec les problèmes qui les font vivre et sans élaborer d'explications scientifiques construites. Dans la deuxième classe étudiée, les modalités de production des savoirs tendent à installer les élèves dans un rôle d'exécutants de tâches à faible teneur épistémique. Il y a peu de situations où la prise en compte de leur rapport aux objets de savoir est valorisée. Dans ces deux classes, les langages ne soutiennent pas la construction des savoirs ; ils sont le plus souvent un moyen de communication des

résultats de la science. Dans une autre classe, les élèves ont un rôle actif dans la production des savoirs en investissant des espaces de l'action conjointe plus nombreux et plus variés ; leur rapport aux objets de savoir est régulièrement pris en compte dans une visée de modification.

Des difficultés ont été relevées dans la gestion des systèmes explicatifs des élèves par les trois professeurs et les conceptions initiales enfantines prennent alors le statut d'*objet didactique embarrassant* pour les professeurs. Enfin, on note une gestion totalement implicite de quelques obstacles épistémologiques (sang endigué, sang circulant à sens unique) que nous avons reliée à la non prise en compte de connaissances d'ordre didactique. Ces deux derniers éléments, par absence de prise en compte, témoignent d'une certaine convergence dans les pratiques conjointes des trois classes observées et constituent une forme de généricité des pratiques analysées.

2. LA COMPLEXITÉ DES DÉTERMINANTS DES PRATIQUES

2.1. L'imbrication des déterminants professoraux

Nous avons pu inférer des analyses produites, des déterminants relatifs aux rapports aux objets de savoir des professeurs : vision biophysique de la circulation du sang inscrite dans un modèle du vivant mécaniste, vision systémique de la circulation du sang comme fonction de nutrition envisagée dans un modèle du vivant comme information. Les théories concernant ces savoirs que les professeurs nous ont données à voir peuvent aller de l'empirico-inductivisme pour les professeurs de deux classes à des références proches d'une épistémologie contemporaine pour le professeur d'une autre classe. Ces connaissances, parfois très implicites, sur les savoirs de la circulation du sang semblent très liées aux théories sur leur enseignement et leur apprentissage et sont elles-mêmes très liées à leurs connaissances sur les savoirs en général. L'intrication peut être renforcée par les liens que ces éléments tissent avec l'activité adressée du professeur.

La vision du savoir enseigné qui est donnée dans la classe n°1 est une vision dans laquelle le savoir découle d'approches diversifiées du réel ; le savoir est ce qu'on en dit ou ce qu'on en présente et il résulte d'observations diverses ; c'est une référence empiriste et inductiviste supposée qui alimente une partie des pratiques dans cette classe. Les situations qui y sont proposées semblent transparentes aux élèves ; les savoirs ont une réalité ontologique que les élèves ne doivent avoir aucune peine à découvrir ; ceux-ci sont le plus souvent sollicités pour faire des observations, des expériences, des manipulations. Ils sont en même temps peu aidés dans les processus de secondarisation qu'ils assument (ou pas) seuls la plupart du temps.

Ce sont des références épistémologiques constructivistes qui guident les pratiques dans la classe n°3 en lien avec une production de savoirs scientifiques problématisés et engageant les élèves vers des pratiques de production de savoirs scientifiques dans lesquelles la modélisation et les activités documentaires tiennent une place de choix. Dans cette classe, les élèves sont partie prenante dans la construction des savoirs reconnus comme constructions intellectuelles humaines.

On trouve des indices d'une vision empiriste de l'enseignement scientifique dans la classe n° 2 quand il s'agit, à partir d'observations concrètes (sur soi ou sur des documents), de faire produire par raisonnement inductif des généralisations censées mener à des savoirs objectifs. Dans la classe n°2, les élèves sont souvent chargés d'exécuter un certain nombre de tâches parcellaires, très rarement mises en lien ; les

références dans ce cas seraient situées sur le versant behavioriste des apprentissages dans lequel les savoirs apparaissent comme des solutions aux questions posées par l'enseignante.

L'impact des commandes institutionnelles est variable selon les classes. La démarche d'investigation est perçue par le professeur de la classe n°1 comme une *injonction perturbatrice* à une pratique qui initialement pouvait s'apparenter à une déclinaison de type leçon de choses ; elle crée des perturbations dont les résultats sont des tensions entre une pratique ancienne et des injonctions nouvelles relevées dans la pratique de cette classe. La démarche dite d'investigation dans la classe n°2 est semble-t-il mise en place pour répondre à une demande institutionnelle mais pas parce qu'elle pourrait aider les élèves dans la construction de leurs savoirs ; la démarche d'investigation est alors mise en œuvre comme un passage obligé pour les élèves plutôt que comme un support pour leur faire construire des savoirs scientifiques. Nos interprétations indiquent que le fait d'exercer en RAR¹¹⁰ impacte fortement les pratiques dans cette classe. La fonction de maître-formateur du professeur de cette classe rend plus sensible encore sa pratique aux injonctions officielles. La classe n°3 donne à voir une démarche dont la référence est la pratique scientifique sans lien évident avec le besoin de satisfaire une demande institutionnelle scolaire préconisée notamment en termes de démarche ; des distances sont même prises avec l'institution (documents livrés à l'analyse des élèves plus adaptés à un niveau collège que cycle 3, longueur des séances).

Ces déterminants professoraux se sont révélés être des blocs solidaires, complémentaires, mais pas toujours, car parfois en tension, qui s'influencent l'un l'autre et que l'on pense supposés être à l'origine de possibilités d'action des enseignants. En outre, chez des enseignants polyvalents, des théories plus générales sur l'enseignement et l'apprentissage ont vraisemblablement percolé vers les théories sur l'enseignement et l'apprentissage des savoirs de la circulation du sang. Les entrelacs de déterminants chez les professeurs polyvalents du premier degré relèvent donc d'une très grande complexité ; nous avons mis à jour quelques uns des aspects de cette complexité. Ajoutons enfin que ces déterminants sont parfois peu transparents à la conscience ; certains éléments non conscientisés sont intimement incorporés dans la pratique, voire validés par la pratique.

2.2. L'importance des déterminants élèves

Les caractérisations produites à propos des déterminants des élèves sont d'une richesse moindre que celles produites pour les déterminants professoraux ; nous avons cependant pu caractériser certains rapports aux objets de savoir d'élèves et nous leur avons donné une certaine matérialité notamment dans les classes n° 1 et 3. La tâche a été plus rude dans la classe n°2. Nous rassemblons ici les résultats à propos des rapports aux objets de savoir (ROS) et des rapports à *l'apprendre* des élèves (RAP).

Dans la classe n°3, les ROS de certains élèves sont pris en compte à des fins de modifications par le professeur de cette classe ; ceux-ci « font » une partie de la mésogénèse. La visée de modification des ROS des élèves par le professeur va dans le sens d'un rapprochement des rapports que des élèves entretiennent vis-à-vis des

¹¹⁰ Les RAR (Réseau Ambition Réussite) sont devenus le programme Éclair (écoles, collèges et lycées pour l'ambition, l'innovation et la réussite).

savoirs vers les modalités de connaissance qu'a le professeur de la classe de ces mêmes savoirs.

Dans la classe n°1, des élèves peuvent avoir une perception des sciences différente de celle du professeur et parfois même opposée au point de modifier épistémiquement la séquence de travail. Nous avons vu comment un élève donnait à voir un rapport aux objets de savoir en jeu sur un versant fonction nutrition qui n'est pas celui du professeur ; cet apport épistémique inédit a modifié le cours de la séquence de classe et partant produit une action conjointe peu prévisible.

Plus difficile a été la tâche de caractérisation des manières de concevoir les savoirs et les manières de faire usage de ces savoirs pour les élèves de la classe n°2, pour des raisons de fermeture des milieux. Les pratiques de cette classe concourent rarement à faire exposer aux élèves, dans des conditions didactiques assez fermées, leur ROS sans pour autant que ceux-ci soient pris en compte et qu'ils soient transformés.

Le sens et la valeur accordés aux savoirs par les élèves des trois classes observées soutiennent l'engagement des élèves dans l'action conjointe. Accorder de l'importance aux savoirs en jeu peut aider l'implication de l'élève dans l'action *in situ* en lui permettant de participer activement à l'action conjointe de sorte à modifier, si les conditions de classe le permettent, sa manière de faire usage des savoirs ; c'est-à-dire abandonner une forme de connaissance pour une nouvelle, transformée, construite suivant les modalités ayant cours dans les classes. Lorsque des élèves s'engagent avec profit dans l'action conjointe, nous avons pu inférer un rapport à *l'apprendre* de type « objectivation /dénomination » chez ceux-ci. Quand il est de type « imbrication du je » dans la situation, les élèves en restent aux activités manipulatoires sans avoir accès aux savoirs sous-jacents, souvent par manque de soutien professoral.

Nous avons ainsi montré que les rapports aux objets de savoir des élèves ne modèlent pas l'action didactique en train de se faire d'un point de vue systématique mais les rapports aux objets de savoirs des élèves infléchissent l'action didactique dans un cadre déjà prédéterminé par l'enseignant au fait des savoirs à faire acquérir. Les éventuelles modifications sur le cours de l'action conjointe sont d'autant plus importantes que les élèves ont un RAP plutôt de type objectivation/dénomination et qu'ils accordent du sens et de la valeur aux savoirs à l'étude ; nous avons pu relier certains engagements actifs d'élèves dans l'action conjointe à une composante sociale du RAP en lien avec des événements familiaux.

2.3. Déterminants et action conjointe

Notre travail a voulu explorer une partie de la complexité des pratiques conjointes en recherchant des déterminants essentiellement didactiques de l'action en classe. Nous n'avons bien sûr pas fait le tour de l'ensemble des déterminants et la tâche en elle-même semble presque impossible. Mais nous avons cherché à regarder finement ceux qui sont en relation avec des savoirs particuliers. Les déterminants didactiques repérés sont d'une grande complexité et ils sont eux-mêmes en lien avec d'autres éléments très généraux à l'origine des pratiques conjointes. Certains déterminants paraissent être plus agissants que d'autres (Sensevy, 2007), cela signifierait qu'il y aurait une hiérarchie dans les déterminants. Or, quand dans une classe, on évoque les liens entre le rapport aux objets de savoir du professeur et l'influence du contexte d'exercice en RAR, il semble difficile de donner une

hiérarchie dans l'importance de ces déterminations tant l'intrication des éléments est fine.

Nous avons cependant proposé un possible modèle synthétique mettant en lien action conjointe et déterminants étudiés. Dans cette synthèse, les déterminants élèves ont une place non négligeable. Nous avons aussi suggéré de prendre en compte dans ce modèle des éléments d'épistémologie scolaire qui comprendraient l'ensemble des théorisations possibles d'élèves à propos de l'apprentissage et des savoirs. Nous donnons ici un modèle simplifié, en portant sur celui-ci, en gras, les éléments de détermination effectivement travaillés au cours de la recherche.

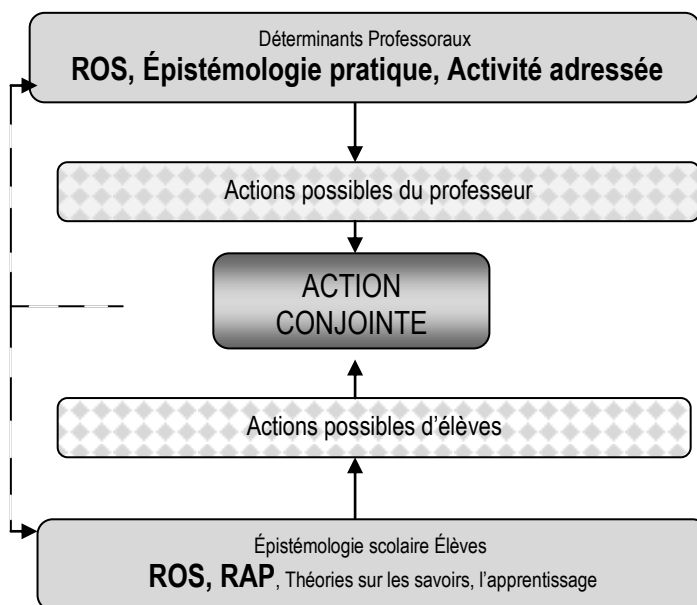


Figure 29. Modèle synthétique simplifié de déterminants possibles de l'action conjointe.

(Les flèches en pointillés indiquent que l'action conjointe agit en retour sur la consolidation ou modification de certains déterminants)

De sorte à mettre en perspective les conclusions de la thèse, nous allons examiner dans la section suivante les liens que l'on peut faire entre les résultats fournis par cette recherche à propos des pratiques conjointes vues sous l'angle des déterminants de l'action et les questions qu'elles induisent sur la formation des enseignants. En effet, la complexité de ce qui fait l'action conjointe nous interpelle particulièrement depuis notre position de formatrice d'enseignants. Elle mérite sans doute aussi d'être explorée plus avant encore dans nos futures recherches.

3. DÉTERMINANTS ET FORMATION PROFESSIONNELLE : MISE EN PERSPECTIVE DES APPORTS DE LA RECHERCHE

Nous avons produit des éléments de compréhensions de quelques logiques d'action chez trois professeurs en allant, sans ingénierie, au plus près de pratiques conjointes authentiques. C'est bien peu mais c'est une contribution à la compréhension de l'intrication des nombreux fondements qui font, à un moment donné, la pratique des enseignants ; certaines de ces pratiques sont celles de maîtres-formateurs ; cette compréhension peut nous aider dans des actions de formation universitaire et professionnelle. En effet, les quelques études de cas menées ont montré la richesse des pratiques et quelques-uns des arrière-plans alimentant ces

pratiques professorales, notamment en termes de rapport aux objets de savoir, de théorie sur les savoirs et de théorie sur l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs ou encore d'activité adressée. Nous avons vu comment ces éléments alimentent des actions potentielles du professeur dont certaines facilitent, réduisent ou inhibent l'action des élèves que nous avons considérées comme la traduction de leur ROS, en lien eux-mêmes avec leur RAP. Nous avons vu au final quel forme de culture scientifique peut vivre dans chaque classe par l'intermédiaire des pratiques qui y vivent. Il peut être important de pointer, en direction des futurs enseignants, l'impact de certaines actions professorales sur la modification ou pas des ROS des élèves et de quelle manière ; comment aider les enseignants à accorder une place peut-être plus importante aux ROS des élèves et à y être plus attentif ?

3.1.1. La constitution des pratiques du professeur

En termes de formation, la question se pose de savoir comment on peut créer dans la classe les conditions d'une meilleure émergence des ROS des élèves et d'une prise en compte efficace de ceux-ci lorsque l'on fait des sciences. Il semble que l'on puisse, en agissant sur les déterminants professoraux des pratiques, produire des conditions favorables pour la prise en compte de ce que disent et font les élèves avec les savoirs de façon à engager un mouvement de modification de leurs ROS et partant engager les élèves vers un rapport adéquat avec les sciences.

Cependant, agir sur un bloc de déterminants comme par exemple les théories sur l'enseignement ne peut être suffisant ou bien agir sur ce qui fonde les théories sur l'apprentissage ne peut être suffisant non plus puisqu'il y a imbrication de blocs de déterminants qui en s'associant produisent une épistémologie pratique fondatrice des pratiques conjointes. Les actions sur les déterminants ne peuvent se comprendre qu'en termes systémiques par une approche complexe comme le sont les déterminants eux-mêmes. C'est donc toute la cohérence des discours des différents formateurs qui est posée, discours généraux et discours disciplinaire dans la formation des enseignants polyvalents. Nous avons pointé l'intrication des théories, implicites ou explicites, à propos de savoirs disciplinaires avec des discours sur l'enseignement, les savoirs et leur apprentissage en général. Cette cohérence des discours est d'autant plus marquée que désormais les enseignants polyvalents de l'école primaire ont une formation au niveau master. On peut donc s'interroger sur le mélange obtenu à l'issue d'un brassage de ces discours qui peuvent présenter des points de vue parfois convergents mais aussi divergents. Ainsi se trouve posée la question de la constitution progressive des pratiques professorales, sachant que des éléments trouvent des soubassements dans des ancrages anciens par exemple au moment où les savoirs eux-mêmes sont acquis par les enseignants. La constitution des pratiques du professeur est ainsi un travail au long cours et les actions de formation ne peuvent s'inscrire que dans la durée et dans la cohérence des actions de formation sur et à propos des pratiques.

Il semble par exemple que la formation par compagnonnage à l'aide d'un maître de stage puisse permettre une certaine formation mais ne donne pas à voir justement tous les soubassements qui font la pratique c'est-à-dire tous les déterminants qui fondent cette pratique et qui ne sont donc pas vus dans la simple fréquentation de la pratique des maîtres-formateurs. En outre, nous avons vu, à travers nos études empiriques, notamment celles mettant en jeu des maîtres-formateurs, que des déterminants relèvent pour une très grande part d'implicite et d'incorporation non conscientisée ; les exemples fournis par deux de nos études de cas indiquent l'éventuelle difficulté pour des jeunes en formation à repérer ce qui fait la pratique des

maîtres-formateurs et à en comprendre les soubassements, c'est-à-dire à la comprendre dans toutes ses dimensions.

La constitution des pratiques d'enseignement est d'une extrême complexité car ces pratiques doivent, quand on s'intéresse à l'enseignement des sciences, tenir tout à la fois le sens de l'activité, la mobilisation attendue chez les élèves, les enjeux cognitifs et culturels de la séquence, des critères retenus par l'enseignant pour évaluer la réussite de la séquence et de ses élèves. Cela suppose de la part des enseignants, afin qu'ils puissent mettre en œuvre des pratiques offrant aux élèves la possibilité d'entrer dans une culture scientifique authentique, qu'ils se soient appropriés les disciplines qu'ils doivent enseigner ; c'est une condition probablement nécessaire à la mise en œuvre de pratiques favorables à la prise en compte des ROS des élèves à des fins de modification vers un registre scientifique. On peut dès lors se demander si les formations universitaire et professionnelle, permettent aux maîtres de dépasser une appropriation superficielle des disciplines scientifiques.

3.1.2. La modification des pratiques

Devant des éléments de déterminations des pratiques si différents se pose la question de la gestion d'une telle hétérogénéité en formation ; nous avons vu de grandes différences dans les pratiques produites par des professeurs de formations initiales très diverses. C'est aussi la question de la modification de pratiques installées qui se pose. Nous avons vu qu'agir sur un élément (l'injonction institutionnelle par exemple dans la classe n°1) peut être perturbateur de l'ensemble de l'édifice des déterminants et donc agir (à des fins de modification des pratiques, par exemple) sur un bloc de déterminants ne peut se faire qu'en lien avec d'autres blocs de l'édifice. En clair, si on pose le problème en termes de formation d'enseignants, l'injonction institutionnelle doit être accompagnée de formation en termes d'épistémologie des savoirs scientifiques, voire d'épistémologie des savoirs scientifiques scolaires, toujours dans une vision en réseau des déterminations. Toute action sur un bloc de déterminant déstabilise ou fragilise l'ensemble.

Agir sur l'action, c'est s'intéresser aux possibilités d'action, c'est remonter aux déterminants de ces actions. Toucher aux déterminants sans toucher aux pratiques semble illusoire le tout étant si fortement imbriqué et inversement toucher aux pratiques sans toucher aux déterminants pourrait être sans effet aussi. C'est un aller-retour entre les pratiques et les déterminants qui semble le plus adéquat pour comprendre pour soi puis/et pour les élèves ce qui se joue dans l'action conjointe. Il en résulte que faire changer des pratiques est d'une immense complexité et cela pose la spécificité de la formation des enseignants qui ont à se forger une pratique forte et aussi une pratique souple pour que des déterminations profondes n'enkystent pas des éléments fondateurs des pratiques. C'est donc un chantier vertigineux pour la formation des enseignants si tant est que cette formulation ait du sens et un avenir...

Cette mise en perspective des résultats de la recherche nous fait voir en creux ses limites et pointe un certain nombre de questions qui n'ont pas été traitées mais qui gagneraient à être renseignées par de futures recherches.

4. DES PROLONGEMENTS À CETTE RECHERCHE

De premiers liens ont été faits en tentant de montrer la fécondité d'envisager la compréhension des pratiques conjointes en relation avec des déterminants élèves. C'est parce que nous avons montré que les rapports aux objets de savoir des élèves

pouvaient jouer sur la classe que nous sommes fondée à aller plus loin et à regarder du côté des élèves et de leur apprentissage. Comme nous l'annoncions, approfondir les recherches sur l'épistémologie scolaire ou étudiante est un prolongement à nos études qui permettrait d'aller plus avant dans la compréhension d'éléments concourant à la compréhension de l'action des élèves et partant de l'action conjointe d'enseigner et d'apprendre. Dans cette optique d'une meilleure compréhension de ce qui se joue à la fois collectivement et individuellement dans les classes, le repérage très fin de relations entre le professeur et des élèves autour de savoirs permettrait de comprendre la gestion des différences, notamment en termes de contrats différentiels (Schubauer-Leoni, 1996). Même si cette question faisait partie de nos préoccupations de départ, nous n'avons pas su traiter, sans doute par manque d'audace méthodologique, ce point fondamental. Ce serait l'occasion d'engager définitivement des recherches audacieuses sur ce sujet.

C'est alors tout un ensemble de questions s'inscrivant dans un champ de recherches liant les travaux sur le professeur et les élèves qui pourraient être explorées. Peut-on repérer des relations préférentielles dans la classe entre le professeur et des élèves ? Quelles articulations entre les épistémologies du professeur et des élèves dans l'action pour faire avancer le savoir ? Peut-on faire des liens entre les élèves interrogés et leur rapport aux savoirs, leur RAP ou leur épistémologie ?

En poursuivant les travaux engagés dans cette thèse qui envisage la mise en relation des analyses de pratiques d'enseignement et des analyses de pratiques d'apprentissage, on peut continuer à explorer cette question de l'articulation simultanée des analyses de l'action du professeur et de l'action de l'élève. Le chantier de recherche a été vertigineux pour ceux qui se sont engagés dans la voie de l'exploration de l'action du professeur puis maintenant de l'action conjointe du professeur et des élèves (Sensevy, 2011). Pourquoi ne pas tenter d'explorer plus avant ce champ de recherche en se dotant d'indicateurs précis de la description de l'action de l'élève ?

En lien avec ce que nous écrivions plus haut concernant la cohérence des formations initiales ou continuées des professeurs entre la formation générale et disciplinaire par exemple, il reste ensuite à développer l'idée d'un comparatisme sur les épistémologies pratiques d'un même professeur dans l'enseignement de différentes disciplines.

Ce sont ainsi deux orientations complémentaires qui constituent autant de champs de recherche nous engageant sur la voie de la compréhension des épistémologies pratiques des professeurs polyvalents et de la compréhension de l'épistémologie pratique des élèves. C'est s'engager vers une vision affinée de l'action conjointe qui résulte de leurs articulations et nous pourrions ainsi comprendre en retour comment les premières sont modifiées par l'action.

BIBLIOGRAPHIE

AMADE-ESCOT C., AMANS-PASSAGA C., MONTAUD D. (2009). Les savoirs mobilisés dans l'action didactique par les intervenants en sport. *Science de la société*, 77, p. 44-62.

AMADE-ESCOT C., VENTURINI P. (2009). Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Education et didactique*, (3), 1. p. 7-43.

AMADE-ESCOT C. (2005). Milieu, dévolution et contrat didactique: le regard de l'éducation physique. In M. H. Salin, P. Clanché et B. Sarrazy (Éds), *Sur la théorie des situations didactiques. Questions, réponses, ouvertures. Hommage à Guy Brousseau*, p. 91-98. Grenoble : la Pensée Sauvage.

AMADE-ESCOT C. (2001). De l'usage des théories de l'enseignant. Questions de l'étude des contrats didactiques en éducation physique. In A. Mercier, G. Lemoyne et A. Rouchier (Éds), *Le génie didactique ; usages et mésusages des théories de l'enseignement*, p. 22-41. Bruxelles: De Boeck université.

ARTIGUE M. (1990). Épistémologie et didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10, (3), p. 241-286.

ASSUDE T., MERCIER A. (2007). L'action conjointe professeur-élèves dans un système didactique orienté vers les mathématiques. In G. Sensevy et A. Mercier (Dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*, p. 153-185. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

ASTOLFI J.P. (2008). *La saveur des savoirs*. Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur.

ASTOLFI J.P. (2002). L'œil, la main, la tête. *Expérimenter, Cahiers pédagogiques*, n°409.

ASTOLFI J.P., PETERFALVI B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, p. 103-141.

BACHELARD G. (2004). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Librairie philosophique Vrin. 1^{ère} édition 1938.

BALHOUL M. (2000). Rapports aux savoirs scientifiques et culture d'origine. In A. Chabchoub (Eds). Actes du 5e Colloque International de didactique et d'épistémologie des sciences "*Rapports au savoir et apprentissage des sciences*", p. 137-148. Tunis ATRD.

BAUTIER É., RAYOU P. (2009). *Les inégalités d'apprentissage. Programmes, pratiques et malentendus scolaires*. Paris : PUF.

BAUTIER É. (2006). Le rôle des pratiques des maîtres dans les difficultés scolaires des élèves. *Recherche et formation*, 51, p.105-118.

BAUTIER É., GOIGOUX R. (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle. *Revue française de pédagogie*, 148, p.89-100.

- BAUTIER É., MANESSE D., PETERFALVI B., VÉRIN A. (2000). Le cycle du cerisier : une narration scientifique ? *Repères*, 21, p. 143-164.
- BAUTIER É., ROCHEX J.-Y. (2004). Activité conjointe ne signifie pas significations partagées. *Raisons Éducatives*, 8, p. 199-220.
- BAUTIER É., ROCHEX J.-Y. (1998). *L'expérience scolaire des nouveaux lycéens Démocratisation ou massification?* Paris : Armand Colin.
- BARDIN L. (1^{ère} édition 1977, 9^e édition 1998). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.
- BEILLEROT J., BLANCHARD-LAVILLE C., MOSCONI N. (1996). Pour une clinique du rapport au savoir (sous la direction de). Paris : L'Harmattan.
- BEILLEROT J. (1994). Le rapport au savoir. In P. Champy et C. Etévé, *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*. Paris : Nathan.
- BELHOSTE B. (2001). La préparation aux grandes écoles scientifiques au XX^{ème} siècle. *Histoire de l'éducation*, 90, p. 101-130. Paris : INRP.
- BISAULT J. (2008). Constituer une communauté scientifique scolaire pour favoriser l'argumentation entre élèves. In C. Buty et C. Plantin (Dir.), *Argumenter en classe de sciences*, p. 153-192. Paris : INRP.
- BLANCHARD-LAVILLE C. (2003). Rapport au savoir et approche clinique des pratiques enseignantes. In S. Maury et M. Caillot (Dir.), *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.
- BROUSSEAU G. (1998). *Théories des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- BROUSSEAU G. (1990). Le contrat didactique et le concept de milieu : dévolution. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), p. 309-336.
- BROUSSEAU G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), p. 33-115.
- BROUSSEAU G. (1980). Les échecs électifs dans l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. *Revue de laryngologie, otologie, rhinologie*, 101(3-4), p. 107-131.
- BRU M. (2002). Savoirs de la recherche et savoirs des praticiens de l'enseignement : jeu de dupes ou rencontre ouverte et constructive ? In *Recherches, pratiques et savoirs en éducation*. Bruxelles : De Boeck université.
- BUTLEN D., PELTIER-BARBIER M.L., PÉZARD M. (2002). Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : contradiction et cohérence. *Revue Française de Pédagogie*, 140, p. 41-52.
- BUTY C., PLANTIN C. (2008). *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage*. Paris : INRP.
- CAILLOT M. (2001). Y a-t-il des élèves en didactique des sciences ? Ou quelles références pour l'élève ? In A. Terrisse (Éd.), *Didactique des disciplines. Les références au savoir*, p. 141-155. Bruxelles : De Boeck université.
- CANGUILHEM G. (1985). Article Vie de l'*Encyclopedia Universalis*, p. 806-813.
- CARIOU J.Y. (2011). Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire. *RDST*, 3, p. 83-106.

- CATEL L., COQUIDÉ M., GALLEZOT M. (2002). « Rapport au savoir » et apprentissage différencié de savoirs scientifiques de collégiens et de lycéens : quelles questions ? *Aster*, 35, p. 123-148.
- CHABCHOUB A. (2000). Rapport au(x) savoir(s), didactique des sciences et anthropologie. In A. Chabchoub (Dir.) *Rapports aux savoirs et apprentissages des sciences*, p. 37-46. Tunis : ATRD.
- CHARLOT B. (1997). *Du rapport au savoir, éléments pour une théorie*. Paris : Anthropos.
- CHARLOT B. (2003). La problématique du rapport au savoir. In S. Maury et M. Caillot (Dir.), *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.
- CHARLOT B., BAUTIER É., ROCHEX J.-Y. (1992). *École et savoir dans les banlieues... et ailleurs*. Paris : Bordas pédagogie.
- CHARTRAIN J.-L., CAILLOT M. (1999). Apprentissages scientifiques et rapports aux savoirs : le cas du volcanisme au CM2, *Actes des 1^{ères} Rencontres de l'ARDIST*, ARDIST-ENS Cachan, p. 131-136.
- CHEVALLARD Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury et M. Caillot (Dir.), *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.
- CHEVALLARD Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspective apportée par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), p. 73-112.
- CHEVALLARD Y. (1991). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage.
- CHEVALLARD Y. (1988). Médiation et individuation didactiques. *Interactions didactiques*, 8, p. 23-34.
- CHEVALLARD Y. (1985). Pourquoi la transposition didactique ? In Y. Chevallard (Éd), *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage.
- CLÉMENT P. (1991). Sur la persistance d'une conception la tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster*, 13, p. 133-156.
- CLÉMENT P. (1998). La biologie et sa didactique, dix ans de recherche. *Aster*, 27, p. 57-93.
- COMITI C., GRENIER D., MARGOLINAS C. (1995). Niveaux de connaissances en jeu lors d'interactions en situation de classes et modélisation de phénomènes didactiques. In G. Arzac *et al.* (Éds), *Différents types de savoirs et leur articulation*, p 92-113. Grenoble : La pensée sauvage.
- COQUIDÉ M., FORTIN C., RUMELHARD G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. *Aster*, 79, p. 49-77.
- CRAHAY M., WANLIN P., ISSAIEVA É., LADURAN I. (2010). Fonctions, structuration et évolution des croyances (et connaissances) des enseignants. *Revue française de pédagogie*, 172, p. 85-129.

- DELMAS-RIGOUTSOS Y. (2009). *Petites leçons d'épistémologie. Comment penser la science et la connaissance ?* Paris : Vuibert.
- DESBAUX-SALVIAT B., ROJAT D. (2006). Réalité et virtualité dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre. *Aster*, 43, p. 109-132.
- DUCANCEL G., ASTOLFI J.-P. (1995) (Éds) *Apprentissages langagiers, apprentissages scientifiques, Repères*, 12, Paris, INRP.
- DUCROS B. (1989). Le concept de circulation du sang : productions d'outils didactiques. Thèse non publiée, 2 tomes, université Paris VII.
- DOUGLAS M. (2004). Comment pensent les institutions. Paris : La Découverte.
- ESPERET C. (2002). *Modélisation et conceptualisation : l'exemple du cycle du carbone*. Thèse de l'université de la Réunion, UFR de biologie. Thèse consultée le 10/01/2011 à l'adresse : <http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/labbe-esperet.pdf>.
- FABRE M. (2010). Du bon usage des controverses. *RDST*, 1, p. 153-170.
- FABRE M., ORANGE C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24, p. 37-57.
- FILLON P., VÉRIN A. (2001). Écrire pour comprendre les sciences. *Aster*, 33, p. 3-16.
- FLECK L. (2008, 1934). Genèse et développement d'un fait scientifique. Paris : Flammarion.
- GARCIA-DEBANC C., LAURENT D. (2003). Divers aspects du fonctionnement de l'oral en sciences : la conduite d'une phase d'émergence des représentations par un enseignant débutant. Étude de cas. *Aster*, 37, p. 109- 137.
- GUERNIER M.C. (2006). Introduction. In M.C. Guernier, V. Durand-Guerrier et J.P. Sautot (Éds), *Interactions verbales, didactiques et apprentissages*. Presses universitaires de Franche-Comté.
- HARVEY W. (1869, 1990). *De motu cordis*. Christian Bourgois Éditeur.
- HRAIRI S., COQUIDÉ M. (2002). Attitudes d'élèves tunisiens par rapport à l'évolution biologique. *Aster*, 35, p. 149-162.
- HUBERMAN A. M., MILES, M. B. (1991). *Analyses des données qualitatives: recueil de nouvelles méthodes*. 2^{ème} édition revue et complétée. Bruxelles : De Boeck université.
- HUGH-JONES S. (2011). Analyses de sang. *Terrain* 1, 56, p. 4-21.
- JAUBERT M., REBIÈRE M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoirs, *Aster*, 33, p. 81-110.
- JAUBERT M., REBIÈRE M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, 31, p. 173-195.
- JOHSUA S. (2002). Spécificités disciplinaires, spécificités didactiques : vers une didactique comparée. In P.Venturini, C. Amade-Escot, et A. Terrisse (Coord), *Étude des pratiques effectives : l'approche des didactiques*, p. 19-24. Grenoble : La pensée sauvage.
- JOHSUA S., DUPIN J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses Universitaires de France.

- JOHSUA S., FELIX C. (2002). Le travail des élèves à la maison : une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude. *Revue française de pédagogie*, 141, p. 89-97.
- LAVARDE A. (1994). Figurabilité dans le domaine de la circulation sanguine. *Didaskalia*, 3, p.79-91.
- LAVARDE A. (1992). Contribution à l'étude de la schématisation dans l'enseignement de la circulation sanguine. 2 Tomes. Thèse non publiée, Université de Paris VII.
- LEDERMANN N.G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future In S.K. Abell et N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, p. 831-880. Mahwah, New Jersey: LEA, London.
- LEUTENEGGER F. (2008). *Didactique comparée et difficultés scolaires*. Carnets des sciences de l'éducation. Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- LEUTENEGGER F. (2003). Étude des interactions didactiques en classe de mathématiques : un prototype méthodologique. In A. Danis, M.L. Schubauer-Leoni et A. Weil-Barais (Éds.), *Interaction, acquisition de connaissances et développement*. Bulletin de psychologie, (56)4, p. 559-571.
- LEUTENEGGER F. (2000). Construction d'une clinique pour le didactique. Une étude des phénomènes temporels de l'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques*, 20(2), p.209-250.
- LHOSTE Y. (2008). Problématisation, activités langagières et apprentissages dans les sciences de la vie. Étude de débats scientifiques dans la classe dans deux domaines biologiques : nutrition et évolution. Thèse non publiée, Université de Nantes. Thèse consultée le 21 mars 2011 à l'adresse <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/37/68/92/PDF/Lhoste-these-2008.pdf> ().
- LHOSTE Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine en 3^{ème} : problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique. *Aster*, 42, p.79-108.
- MAGENDIE L. (2004). Rapport à l'apprendre et pratiques d'enseignement de professeurs d'école : études de cas en mathématiques. Mémoire de DEA, non publié, université Toulouse-Le-Mirail-Toulouse II.
- MAIRONE C., DUPIN J.J. (2008). Rapport au savoir « évolution des espèces vivantes » chez des professeurs des écoles primaires françaises. *Didaskalia*, 33, p. 33-61.
- MARGOLINAS C. (1998). Le milieu et le contrat, concepts pour la construction et l'analyse de situations d'enseignement. Analyse des pratiques enseignantes en didactique des mathématiques. Actes de l'Université d'Été de didactique de La Rochelle, juin 1998.
- MARLOT C. (2009). Glissements de jeux d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique de professeur au CP. *Aster*, 49, p. 109-136.
- MARLOT C., TOULLEC-THÉRY M. (2011). Caractérisation didactique des gestes de l'aide ordinaire à l'école élémentaire : une étude comparative de deux cas didactiques limite en mathématiques. *Éducation et didactique*, (5) 3, p. 7-54.

- MARTINAND J.L. (1994). Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences. Paris : INRP.
- MARTINAND J.L. (1985). Sur la caractérisation des objectifs de l'initiation aux sciences physiques. *Aster*, 1, p. 141-154.
- MAURY S., CAILLOT M. (2003). Quand les didactiques rencontrent le rapport au savoir. In S. Maury et M. Caillot (Dir.), *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.
- MERCIER A. (2008). Pour une lecture anthropologique du programme didactique. *Éducation et didactique*, (2) 1, p. 7-40.
- MERCIER A. (2002). La transposition didactique, une théorie de l'espace didactique. Note de synthèse. Vers une didactique comparée. *Revue française de pédagogie*, 141, p. 135-171.
- MERCIER A. (1998). La participation des élèves à l'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(3), p. 279-310.
- MOSCONI N. (1996). Famille et construction du rapport au savoir. In J. Beillerot, C. Blanchard-Laville et N. Mosconi (sous la direction de), *Pour une clinique du rapport au savoir*, p. 99-118. Paris : Éditions L'Harmattan.
- MULLER MIRZA N. (2008). Préface. In C. Buty et C. Plantin (sous la direction de), *Argumenter en classe de sciences*, p. 7-16. Lyon : INRP Collection Didactiques, apprentissages, enseignements.
- NONNON É. (2006). Conclusion. In M.C. Guernier, V. Durand-Guerrier et J.P. Sautot (Éds), *Interactions verbales, didactiques et apprentissages*. Presses universitaires de Franche-Comté. p. 287-299.
- ORANGE C. (2007). Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la Terre. *Éducation et Didactique*, (1) 2, p. 37-56.
- ORANGE C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation, pour l'ère nouvelle*, (38), 3, p. 69-93.
- ORANGE C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, 37, p. 83-104.
- ORANGE-RAVACHOL D. (2010). Collaboration chercheur didacticien/enseignant et choix de l'enseignant en situation scolaire : une étude de cas en sciences de la Terre. *Recherche en éducation*. Hors Série n°1, p. 47-59.
- ORANGE-RAVACHOL D. (2007). Des mises en histoire aux savoirs scientifiques : le cas de lycéens confrontés à quelques problèmes de tectonique des plaques. *Aster*, 44, p. 41-68.
- PAUTAL É., VENTURINI P., SCHNEEBERGER P. (2012). Les déterminants de l'action conjointe d'enseigner et d'apprendre la circulation du sang au CM2. Une analyse de cas en RAR. *Communication aux Septièmes journées scientifiques de l'ARDiST*. Bordeaux, 14-16 mars 2012.
- PAUTAL É., VENTURINI P., DUGAL J.P. (2008). Prise en compte du rapport aux savoirs pour mieux comprendre un système didactique. Un exemple en SVT à l'école élémentaire. *Didaskalia*, n°33, p. 63-88.

- PAUTAL É. (2007). De l'intérêt du rapport au savoir pour l'étude d'un système d'enseignement/apprentissage. Cas d'une séance relative à la circulation du sang au CM2. Mémoire de Master, non publié, université Toulouse-Le-Mirail-Toulouse II.
- PERRIN-GLORIAN M. J. (1999). Problèmes d'articulation de cadres théoriques : l'exemple du concept de milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(3), p. 279-322.
- PERRIN-GLORIAN M. J. (1994). Théorie des situations didactiques : naissance, développement, perspectives. In M. Artigue *et al.*, *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- PERRIN-GLORIAN M. J., HERSANT M. (2003). Milieu et contrat didactique, outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(2), p. 217-276.
- PETERFALVI B. (1997). Les obstacles et leur prise en compte didactique. *Aster*, 24, p. 3-12.
- REBIÈRE M., SCHNEEBERGER P., JAUBERT M. (2008). Changer de position énonciative pour construire des objets de savoirs en sciences : le rôle de l'argumentation. In C. Buty et C. Plantin (Sous la direction de), *Argumenter en classe de sciences*. Lyon : INRP Collection Didactiques, apprentissages, enseignements.
- RILHAC P. (2007). Actions de l'élève et milieux didactiques : la notion de "sur assujettissement". *Carrefours de l'éducation*, 24, p.159-182.
- ROLLAND A., MARZIN P. (1996). Étude des critères du concept de vie chez des élèves de sixième. *Didaskalia*, 9, p. 57-82.
- RONVEAUX C., SCHNEUWLY B. (2007). Approches de l'objet enseigné. Quelques prolégomènes à une recherche didactique et illustration par de premiers résultats. *Éducation et Didactique*, (1) 1, p. 55-71.
- ROUSTAN-JALIN M., BEN MIM H., DUPIN J.J. (2002). Technologie, sciences, filles, garçons : des questions pour la didactique ? *Didaskalia*, 21, p. 9-42.
- RUMELHARD G. (1997). Obstacles : travail didactique. *Aster*, 24, p. 13-35.
- RUMELHARD G. (2003). La pluridisciplinarité dans les enseignements scientifiques. Tome 1 : Histoire des sciences. Actes de l'université d'été, du 16 au 20 juillet 2001, Poitiers © Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche /Direction de l'Enseignement scolaire.
- RUMELHARD G. (2000). Sciences de la vie, philosophie, sciences humaines. *Aster*, 30, p. 169-192.
- SANTINI J. (2010). Les systèmes sémiotiques dans l'action conjointe en didactique. Une étude de cas en géologie à l'école élémentaire : la coupe d'un appareil volcanique. *RDST*, 2, p. 159-192.
- SARRAZY B. (1995). Le contrat didactique. Note de synthèse. *Revue Française de Pédagogie*, 112, p. 85-118.
- SAUVAGEOT-SKIBINE M. (1993). De la représentation en tuyaux au concept de milieu intérieur. *Aster*, 17, p. 189-204.

SCHNEEBERGER P., REBIÈRE M. (2011). Comment aider les professeurs à mieux circonscrire l'objet d'étude : une étude de cas en sciences de la vie et de la Terre au lycée. *Symposium REF*. Louvain-la-Neuve 12-13 septembre 2011.

SCHNEEBERGER P., VÉRIN A. (Dir.) (2009). *Développer des pratiques d'oral et d'écrite en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* Lyon : INRP Collection Didactiques, apprentissages, enseignements.

SCHNEEBERGER P., ROBISSON P., LIGER-MARTIN J., DARLEY B. (2007). Conduire un débat pour faire construire des connaissances en sciences. *Aster*, 45, p. 39-64.

SCHNEEBERGER P. (2007). Interactions didactiques et construction de problème. *Communication au congrès international AREF*, Strasbourg, 2007. Disponible à l'adresse http://www.congresintaref.org/actes_pdf/AREF2007_Patricia_SCHNEEBERGER_312.pdf (consulté le 8 avril 2012).

SCHNEEBERGER P., PONCE C. (2003). Tirer parti des échanges langagiers entre pairs pour construire des apprentissages en sciences. *Aster*, 37, 53-82.

SCHUBAUER-LÉONI M.-L. (2008). La co-construction des savoirs. In N. Wallian, M.P. Poggi, et M. Musard (Éds.), *Co-construire des savoirs : les métiers de l'intervention dans les APSA*, p. 67-86. Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.

SCHUBAUER-LÉONI M.L., LEUTENEGGER F., LIGOZAT F., FLÜCKIGER A. (2007). Un modèle de l'action conjointe professeur-élèves : les phénomènes didactiques qu'il peut/doit traiter. In G. Sensevy et A. Mercier (Dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*, p. 51-91. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

SCHUBAUER-LÉONI M.L., LEUTENEGGER F. (2002). Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire. In F. Leutenegger et M. Saada-Robert, (2002) (Éds), *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation*, p. 227-251. Bruxelles : De Boeck.

SCHUBAUER-LÉONI M.-L.(1996). Étude du contrat didactique pour les élèves en difficulté en mathématiques. In C. Raisky et M. Caillot, *Au-delà des didactiques la didactique: débats autour des concepts fédérateurs*, p. 159-189. Bruxelles: De Boeck.

SCHUBAUER-LÉONI M.-L.(1986). Le contrat didactique: un cadre interprétatif pour comprendre les savoirs manifestés par les élèves en mathématique. *European journal of psychology of education*, (1) 2, 139-153.

SENSEVY G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.

SENSEVY G., MAURICE J.J., CLANET J., MURILLO A. (2008). La différenciation didactique passive : un essai de définition et d'illustration. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 20, p.107-124.

SENSEVY G. (2008). Le travail du professeur pour la théorie de l'action conjointe en didactique, une activité située ? *Recherche et formation*, 57, p.39-50.

SENSEVY G., MERCIER A. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy et A. Mercier (Dir.), *Agir ensemble : l'action*

didactique conjointe du professeur et des élèves, p. 13-49. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

SENSEVY G., MERCIER A., SCHUBAUER-LÉONI M.-L. (2000). Vers un modèle de l'action didactique du professeur à propos de la course à 20. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, (20) 3, p. 263-304.

SAUVAGEOT-SKIBINE M. (1993). De la représentation en tuyaux au concept de milieu intérieur. *Aster*, 17, p. 189-204.

TIBERGHIEU A., MALKOUN L., BUTY C., SOUASSY N., MORTIMER E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy et A. Mercier (Éds), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*, p. 93-122. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

VAN DER MAREN J.M. (1996). Méthodes de recherches pour l'éducation. Montréal/Bruxelles : PUM et De Boeck.

VÉRIN A. (1988). Les élèves et l'écriture en sciences, *Aster*, 6, p. 15-46.

VERRET M. (1975). *Le temps des études*. Librairie Honoré Champion, Paris.

VENTURINI P., CAPIELLO P. (2009). Comparaison des rapports aux savoirs de la physique et des SVT. *Revue française de pédagogie*, 149, p. 45-58.

VENTURINI P. (2007a). *L'envie d'apprendre les sciences. Motivation, attitudes, rapport aux savoirs scientifiques*. Paris : Éditions Fabert.

VENTURINI P. (2007b). Utilisation du rapport au savoir en didactique de la physique : un premier bilan. Communication au symposium « Rapport au(x) savoir(s) : du concept aux usages », organisé dans le cadre du congrès *Actualité de la Recherche en Éducation et Formation (AREF 2007)*. Strasbourg, 28 août au 1er septembre. Disponible sur Internet à l'adresse http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/28/23/PDF/Venturini_aref_2007.pdf (consulté le 14 octobre 2008).

VENTURINI P. (2006). L'implication de l'élève dans l'apprentissage de la physique : l'apport du rapport au savoir. Note de synthèse pour l'HDR, non publiée, Faculté des sciences humaines et sociales, université Paris-Descartes-Paris V.

VENTURINI P., AMADE-ESCOT C. (2009). Enseigner la physique en milieu difficile : co-construction de la référence en classe dédoublée et en classe entière. *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation*, (31)2.

VENTURINI P., CALMETTES B., AMADE-ESCOT C., TERRISSE A. (2007). Analyse didactique des pratiques d'enseignement de la physique d'une professeure expérimentée. *Aster*, 45, p. 211-234.

VENTURINI P., CALMETTES B., AMADE-ESCOT C., TERRISSE A. (2004). Travaux personnels encadrés en 1^{re} S à dominante physique : étude de cas et analyse didactique. *Aster*, 39, p. 11-37.

Textes officiels

FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2012). Bulletin officiel n° 1 du 5 janvier 2012. Disponible sur Internet à l'adresse http://cache.media.education.gouv.fr/file/1/58/7/programmes_ecoleprimaire_203587.pdf (consulté le 12 juillet 2012).

FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2008a). Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire. BOEN hors-série, n°3 du 19 juin 2008. Disponible sur Internet à l'adresse <http://www.Education.gouv.fr/bo/2008/hs/default.htm> (consulté le 21 mars 2011).

FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2008b). Introduction commune aux programmes de l'enseignement des mathématiques, des SVT et de physique-chimie du collège. BOEN spécial, n° 6 du 28 août 2008. Disponible sur Internet à l'adresse http://cache.media.education.gouv.fr/file/special_6/52/5/Programme_math_33525.pdf (consulté le 11 juillet 2012)

FRANCE : GROUPE TECHNIQUE ASSOCIÉ AU COMITÉ DE SUIVI DU PLAN DE RÉNOVATION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE À L'ÉCOLE (2002). Documents d'accompagnement des programmes : Enseigner les sciences à l'école, cycle 3, outil pour la mise en œuvre des programmes 2002. Paris : CNDP, 2002. (1 livre + 1 cédérom). Académie des sciences / MEN. Direction de l'enseignement scolaire (Desco).

FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2000). Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. BOEN, n° 23 du 15 juin 2000. Disponible sur Internet à l'adresse <http://www.Education.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm> (consulté le 21 mars 2011).

Rapport

ROCARD M., CSERMELY P., JORDE D., LENZEN D., WALBERG-HENRICKSSON H., HEMMO V. (2007). L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe. Commission Européenne, Direction de la Recherche. Disponible sur Internet à l'adresse http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf (consulté le 13 juillet 2012).

Table des matières

INTRODUCTION.....	7
PARTIE N° 1. MATRICE THÉORIQUE ET CONSTRUCTION DE LA PROBLÉMATIQUE.....	11
CHAPITRE 1. DÉCRIRE ET COMPRENDRE DES PRATIQUES À L'AIDE DE LA THÉORIE DE L'ACTION CONJOINTE EN DIDACTIQUE ET DU RAPPORT AUX SAVOIRS	13
1. La TACD, un appareil théorique d'analyse des situations didactiques	13
1.1. « Les jeux » dans la théorie de l'action conjointe en didactique.....	13
1.2. Faire jouer le jeu ou analyse <i>in situ</i>	14
1.2.1. La solidarité milieu/contrat	15
1.2.1.1. La notion de contrat didactique	15
1.2.1.2. Le milieu didactique dans la TACD	16
1.2.2. Le triplet des genèses	19
1.2.2.1. La mésogenèse	19
1.2.2.2. La topogénèse.....	19
1.2.2.3. La chronogenèse.....	20
1.2.3. Le quadruplet de caractérisation des jeux	20
1.2.3.1. Définir	21
1.2.3.2. Réguler	21
1.2.3.3. Dévoluer	21
1.2.3.4. Institutionnaliser	21
1.3. Construire le jeu	22
1.3.1. L'analyse épistémique des savoirs en jeu ou analyse <i>a priori</i>	22
1.3.2. Le rapport aux objets de savoir	23
1.4. Les déterminations du jeu	23
1.4.1. L'action « adressée » du professeur	24
1.4.2. L'épistémologie « pratique » du professeur.....	24
2. Le rapport au savoir ; une question multiréférentielle.....	26
2.1. L'approche clinique d'inspiration psychanalytique	26
2.2. L'approche socio-anthropologique	27
2.2.1. Dimensions du rapport au savoir ou « rapport à l'apprendre ».....	28
2.2.2. Rapport aux savoirs.....	29
2.2.3. Des résultats en didactique des SVT.....	29
2.3. L'approche anthropologique	30
3. Mise en tension TACD et rapport aux savoirs.....	33
3.1. Analyse croisée de la TACD et du rapport aux savoirs	33

3.1.1. Des ancrages théoriques différents et convergents pour la TACD	33
3.1.2. Les places respectives du maître et des élèves dans la TACD.....	34
3.1.2.1. L'analyse in situ	34
3.1.2.2. La construction du jeu	34
3.1.2.3. Les déterminants du jeu.....	35
3.2. Place du rapport aux savoirs dans la TACD	36
3.2.1. L'approche clinique d'inspiration psychanalytique.....	36
3.2.2. Les approches anthropologique de Chevallard et socio- anthropologique de Charlot.....	37
4. En guise de conclusion : une proposition pour la recherche	37
CHAPITRE 2. PROBLÉMATIQUE ET DOMAINE D'ÉTUDE	41
1. Problématique	41
1.1. Des déterminants possibles de l'action	41
1.2. Première formulation de la problématique et questions de recherche	41
2. Le choix de la thématique : la circulation du sang	43
CHAPITRE 3. LA CIRCULATION DU SANG : ÉLÉMENTS DE RÉFÉRENCES ÉPISTÉMOLOGIQUE, INSTITUTIONNELLE ET DIDACTIQUE	45
1. La circulation du sang au cycle 3 : positionnement de l'institution	45
1.1. Les connaissances en jeu dans l'institution scolaire	45
1.2. Les procédures d'élaboration des connaissances curriculaires au cycle 3	46
2. Analyse didactique des préconisations institutionnelles.....	48
2.1. Sur le plan des contenus ; différentes centrations épistémiques possibles.....	48
2.1.1. Centration épistémique « biophysique » ; l'anatomie vasculaire pour expliquer le comportement d'un fluide, le sang, mu par le cœur.....	50
2.1.1.1. Le sang endigué dans des vaisseaux sanguins.....	50
2.1.1.2. Le sang est mis en mouvement par le cœur.....	51
2.1.2. Centration « fonction de nutrition » : le sang comme intermédiaire nécessaire dans les fonctions de nutrition	52
2.1.2.1. Le sang est endigué dans des vaisseaux à l'intérieur d'un circuit fermé.....	53
2.1.2.2. La circulation est à sens unique.....	53
2.1.2.3. Le sang est mis en mouvement par le cœur.....	54
2.1.2.4. Des échanges sont nécessaires	54
2.1.3. Centration « éducation à la santé » ; un pôle « immunitaire et réparation » et un pôle « maladies cardiovasculaires ».....	57
2.1.3.1. Le pôle « immunitaire et réparation »	57
2.1.3.2. Le pôle « don du sang et pathologies »	57
2.1.4. Conclusion	59

2.2. Sur le plan des démarches ; des interprétations possibles de la démarche d'investigation	60
2.2.1. Une lecture empirico-inductiviste de la DI	60
2.2.2. Une démarche d'investigation lue dans une épistémologie constructiviste	61
2.3. Conséquences sur l'enseignement et l'apprentissage.....	62
2.3.1. Sur le plan de la nature des savoirs	63
2.3.2. Sur le plan du rôle des langages dans la construction des connaissances.....	64
2.4. Conclusion.....	65
3. Des repères pour comprendre les transactions didactiques autour de la circulation du sang.....	66
3.1. Des obstacles épistémologiques classiques en didactique des SVT	66
3.1.1. Le primat de la perception : le sang n'est pas endigué	66
3.1.2. L'obstacle de l'irrigation sans retour et le rôle mécanique du cœur.....	67
3.1.3. L'obstacle tuyau continu à paroi perméable	68
3.1.4. Des obstacles dans la représentation graphique d'un modèle de la double circulation.....	69
3.1.5. Conclusion	71
3.2. Le concept de circulation du sang s'inscrit dans une certaine idée du vivant : les registres explicatifs du vivant	73
3.2.1. La vie comme animation ; le modèle animiste ou vitaliste.....	73
3.2.2. Le modèle mécaniste.....	74
3.2.3. Le modèle de l'organisation.....	74
3.2.4. La vie comme information.....	75
4. Conclusion	75
CHAPITRE 4. CONTEXTUALISATION DES QUESTIONS DE RECHERCHE ET CHOIX DES ÉTUDES DE CAS	77
1. Formulation des questions de recherche.....	77
2. Le choix des études de cas.....	78
PARTIE N° 2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	81
CHAPITRE 1. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE.....	83
CHAPITRE 2. CONSTRUCTION DES DONNÉES	87
1. Dispositif de recherche	87
2. Les traces recueillies.....	87
2.1. Le corpus principal : la situation de classe.....	87
2.1.1. La vidéo de la séquence sur la circulation du sang	88
2.1.2. Les traces écrites des élèves.....	88
2.2. Le corpus associé	89

2.2.1. Les préparations du professeur	89
2.2.2. Les entretiens avec le professeur	89
2.2.2.1. L'entretien ante protocole	89
2.2.2.2. L'entretien ante séance du professeur	90
2.2.2.3. L'entretien post séance du professeur	90
2.2.2.4. L'entretien post protocole	90
2.2.3. Les entretiens post séance avec des élèves	91
2.2.3.1. Les entretiens sur le rapport épistémique des élèves aux objets de savoir	92
2.2.3.2. Les entretiens sur le rapport à « apprendre la circulation du sang » des élèves.....	92
CHAPITRE 3. TRAITEMENT ET CONDENSATION DES DONNÉES	95
1. Produire une analyse <i>a priori</i> pour approcher des déterminations professorales	95
2. Reconstruire des jeux didactiques de la séquence ou analyse <i>in situ</i> pour dégager des caractéristiques	96
2.1. Analyse didactique à partir de la vidéo	96
2.1.1. La vue interprétative synoptique de la séquence (VIS)	97
2.1.2. Analyse microdidactique des jeux	98
2.2. Intelligibilité à partir d'éléments externes.....	99
3. Inférer des déterminants côté professeur et côté élèves.....	100
3.1. Du côté du professeur.....	100
3.2. Du côté des élèves	100
3.2.1. Le rapport épistémique des élèves (ROS).....	100
3.2.2. Le sens et la valeur accordés aux savoirs par les élèves (RAP).....	101
CHAPITRE 4. CONCLUSION À L'ARTICULATION OBJETS DE RECHERCHE - MÉTHODOLOGIE	103
PARTIE N° 3. LES TRAVAUX EMPIRIQUES : TROIS ÉTUDES DE CAS.....	105
CHAPITRE 1. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°1	107
1. Le contexte de l'étude de cas n°1	107
1.1. L'école.....	107
1.2. L'enseignante	107
1.3. La classe	107
2. Analyse <i>a priori</i> des savoirs en jeu.....	107
2.1. Le prévisionnel de la séquence préparée par P1	108
2.1.1. Présentation des tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches.....	108
2.1.1.1. Séance 1. Le sang et les constituants du sang. Les vaisseaux sanguins et leurs diamètres différents	108

2.1.1.2. Séance 2. La structure du cœur et les manifestations de l'activité cardiaque	110
2.1.1.3. Séance 3. Construction de modèles de la circulation sanguine	112
2.1.2. Trame des contenus supposés dans la séquence et enchaînement des séances	113
2.2. Analyse épistémique <i>a priori</i> : nos interprétations	116
2.2.1. Analyse épistémique de la séance n°1	117
2.2.1.1. Analyse de la tâche n°1. « Les différents vaisseaux sanguins ».....	117
2.2.1.2. Analyse de la tâche n°2 « Les constituants du sang ».....	119
2.2.1.3. Modalités de travail et interactions avec les élèves au cours de S1	120
2.2.1.4. Conclusion à l'analyse épistémique de S1	120
2.2.2. Analyse épistémique de la séance n°2	121
2.2.2.1. Analyse de la tâche n°1 « Dissection du cœur »	121
2.2.2.2. Analyse de la tâche n°2 « Les manifestations de l'activité cardiaque »	122
2.2.2.3. Modalités de travail et interactions avec les élèves.....	125
2.2.2.4. Conclusion à l'analyse épistémique de S2	125
2.2.3. Analyse épistémique de la séance n°3	126
2.2.3.1. Analyse de la tâche unique « Construction de modèles de la circulation sanguine ».....	126
2.2.3.2. Modalités de travail et interactions entre les élèves	127
2.2.3.3. Conclusion à l'analyse a priori de S3	127
2.3. Conclusion générale à l'analyse <i>a priori</i>	127
2.3.1. A propos des savoirs potentiellement en jeu.....	127
2.3.2. Les éléments du milieu anticipé.....	129
2.3.3. À propos de l'organisation de la classe.....	130
3. Résultats de l'étude <i>in situ</i> dans la classe n°1	130
3.1. La vue interprétative synoptique de la séquence.....	130
3.1.1. Les jeux joués.....	133
3.1.2. Les médias utilisés	133
3.1.3. L'organisation de la classe	133
3.2. Des caractéristiques des pratiques conjointes <i>in situ</i>	133
3.2.1. Production de savoirs informationnels non problématisés	134
3.2.1.1. Une entrée en matière sans prise en compte des conceptions préalables et sans problématisation	134
3.2.1.2. Un îlot de problématisation en S3	136
3.2.1.3. Des savoirs informationnels et propositionnels produits	139

3.2.2. Une succession d'activités emblématiques de l'enseignement des sciences à l'école caractérise une mésogenèse parfois lue différemment par P1 et des élèves	142
3.2.2.1. Du primat de l'observation à l'hypothèse	142
3.2.2.2. Dissection, expériences et schémas pour « voir et faire ».....	146
3.2.3. Des systèmes d'apprentissage annexes génèrent une topogénèse particulière	150
3.2.4. En termes de chronogénèse : une séquence organisée comme une narration	153
3.2.5. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes	154
3.3. Une forte empreinte des déterminants professoraux sur les pratiques conjointes	157
3.3.1. Le ROS de P1 et des soubassements aux théories implicites mobilisées dans l'action par P1	157
3.3.1.1. Caractérisation et raison du ROS de P1	157
3.3.1.2. Des théories implicites chez P1 à propos des savoirs et de l'enseignement/apprentissage de ces savoirs	158
3.3.2. L'activité adressée : une perception de la DI difficile à mettre en œuvre en sciences du vivant.....	159
3.3.3. Des actions possibles pour l'action conjointe	160
3.4. De la place pour les déterminants élèves	161
3.4.1. Un rapport épistémique « nutrition » pour Etie	161
3.4.2. Des rapports épistémologiques en tension avec celui de P1	164
3.4.3. Le rapport à <i>l'apprendre</i> d'Etie	164
3.5. Conclusion générale à l'étude <i>in situ</i>	165
CHAPITRE 2. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°2	167
1. Le contexte de l'étude de cas n°2	167
1.1. L'école.....	167
1.2. L'enseignante	167
1.3. La classe	167
2. Analyse <i>a priori</i> des savoirs en jeu.....	168
2.1. Le prévisionnel de la séquence préparée par P2	168
2.1.1. Présentation des tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches.....	168
2.1.1.1. Séance 1. Les représentations.....	168
2.1.1.2. Séance 2. La circulation fermée à sens unique.....	168
2.1.1.3. Séance n° 3 et 3'. Rythme cardiaque et activité physique.....	169
2.1.1.4. Séance n°4. À quoi sert le cœur ? Dissection du cœur.....	170
2.1.1.5. Séance n°5. Schématisation du cœur.....	171

2.1.1.6. Séance n°6. Ateliers scientifiques	171
2.1.2. Trame des contenus supposés dans la séquence et enchaînement des séances	172
2.2. Analyse épistémique <i>a priori</i> : nos interprétations	177
2.2.1. Analyse épistémique de la séance n° 1	178
2.2.1.1. Analyse de la tâche n°1 « Où est le sang dans notre corps ? ».....	178
2.2.1.2. Conclusion à l'analyse a priori de S1	179
2.2.2. Analyse épistémique de la séance n° 2	179
2.2.2.1. Analyse de la tâche n°1 « Sang endigué dans des vaisseaux »	179
2.2.2.2. Analyse de la tâche n°2 « Circulation fermée à sens unique ».....	180
2.2.2.3. Conclusion à l'analyse a priori de S2	180
2.2.3. Analyse épistémique des séances n° 3 et 3'	180
2.2.3.1. Analyse de la tâche n°1 « Rythme cardiaque et activité physique »	180
2.2.3.2. Conclusion à l'analyse a priori de S3 et S3'	181
2.2.4. Analyse épistémique de la séance n° 4	182
2.2.4.1. Analyse de la tâche n°1 « Dissection du cœur »	182
2.2.4.2. Analyse de la tâche n°2 « Fiche mots croisés »	183
2.2.4.3. Conclusion à l'analyse a priori de S4	183
2.2.5. Analyse épistémique de la séance n° 5	183
2.2.5.1. Analyse de la tâche n°1 « Schématisation du cœur »	183
2.2.5.2. Conclusion à l'analyse a priori de S5	184
2.2.6. Analyse épistémique de la séance n°6.	184
2.2.6.1. Analyse des tâches « Ateliers scientifiques ».....	184
2.2.6.2. Conclusion à l'analyse a priori de S6	185
2.3. Conclusion générale à l'analyse a priori	185
2.3.1. A propos des savoirs potentiellement en jeu.....	185
2.3.2. Premières remarques à propos des intentions professorales	188
2.3.2.1. Les représentations des élèves.....	188
2.3.2.2. A propos des milieux anticipés	188
3. Résultats de l'étude <i>in situ</i> dans la classe n°2	188
3.1. La vue interprétative synoptique de la séquence.....	188
3.1.1. Les savoirs en jeu	188
3.1.2. Les médias utilisés	189
3.1.3. L'organisation de la classe	189
3.2. Des caractéristiques des pratiques conjointes	192
3.2.1. Le statut des savoirs dans la classe : des savoirs « déjà-là ».....	192

3.2.1.1. Les savoirs des élèves : « émergence de leurs représentations » mais sans prise en compte ultérieure	192
3.2.1.2. Extraction de savoirs non problématisés issus des médias à disposition	196
3.2.2. Des spécificités mésogénétiques : faiblesse de la co-construction du milieu et des difficultés à produire un environnement faisant milieu pour les élèves en fonction des savoirs en jeu	199
3.2.2.1. Un milieu dépourvu de rétroactions adaptées	199
3.2.2.2. Pas d'élaboration d'une référence commune	200
3.2.2.3. Fermeture du milieu renforcée par les régulations professorales	202
3.2.2.4. De rares espaces de construction partenariale dans la classe	203
3.2.3. Une répartition topogénétique plutôt équilibrée mais improductive	204
3.2.3.1. Des élèves en partie privés de la prise en charge de l'avancée des savoirs.....	204
3.2.3.2. Une dévolution de tâches dans un espace restreint pour les élèves.....	206
3.2.3.3. L'élève « actif » mais dans des situations à faible valence épistémique.....	207
3.2.4. Une progression chronogénétique spiralée	210
3.2.5. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes	212
3.3. Des déterminants professoraux pour expliquer l'action conjointe.....	214
3.3.1. Des éléments du rapport aux objets de savoir de P2 sont explicatifs des pratiques conjointes.....	214
3.3.1.1. La circulation du sang est un concept complexe appris récemment	214
3.3.1.2. Une théorie sur les savoirs : empirisme naïf et savoirs-solutions cohabitent chez P2.....	215
3.3.2. Apprendre pour soi et enseigner aux élèves : des ressemblances pouvant alimenter des théories.....	215
3.3.2.1. Des théories sur l'enseignement des sciences... ..	216
3.3.2.2. ... et sur l'apprentissage	216
3.3.3. L'activité adressée : puissant organisateur des pratiques.....	217
3.3.3.1. Une tentative de mise en conformité avec les demandes institutionnelles	217
3.3.3.2. La fonction d'EMF de P2 renforce la volonté de mise en conformité	219
3.3.3.3. Un déterminant contextuel d'importance : enseigner en RAR.....	220
3.3.4. Une épistémologie pratique renforcée par une pratique en RAR et l'adressage.....	221
3.3.5. Conclusion aux déterminants professoraux examinés	223
3.4. Quelle place pour des déterminants élèves ?.....	224
3.4.1. Le ROS des élèves ne peut peser lourd dans l'action conjointe	224

3.4.2. L'expression d'un rapport à <i>l'apprendre</i> du côté des élèves	225
3.5. Conclusion générale à l'étude <i>in situ</i>	229
CHAPITRE 3. LES PRATIQUES CONJOINTES DANS LA CLASSE N°3	231
1. Le contexte de l'étude de cas n°3	231
1.1. L'école.....	231
1.2. L'enseignante	231
1.3. La classe	231
2. Analyse <i>a priori</i> des savoirs en jeu.....	231
2.1. Le prévisionnel de la séquence préparée par P3	232
2.1.1. Présentation des tâches prévues pour les élèves et supports des tâches.....	232
2.1.1.1. Séance 1. Situation d'entrée : l'organisme à l'effort.....	232
2.1.1.2. Séance 2. Recueil et traitement de données	232
2.1.1.3. Séance 3. Exploitation des données	233
2.1.1.4. Séance 4. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?	233
2.1.1.5. Séance 5. Étude de la petite et de la grande circulation	235
2.1.1.6. Séance 6. Étude de la petite et de la grande circulation dans le corps (suite) et l'anatomie du cœur	236
2.1.1.7. Séance n°7. L'anatomie cardiaque (suite et fin).....	237
2.1.2. Trame de l'articulation des contenus supposés dans la séquence et enchaînement des séances	238
2.2. Analyse épistémique <i>a priori</i> : nos interprétations	241
2.2.1. Analyse épistémique de la séance n°1	243
2.2.1.1. Analyse de la tâche « Construction d'un tableau de recueil de données	243
2.2.1.2. Conclusion à l'analyse a priori de S1	243
2.2.2. Analyse épistémique de la séance n° 3	243
2.2.2.1. Analyse de la tâche n°1 « Analyse critique des mesures »	243
2.2.2.2. Conclusion à l'analyse a priori de S3 et du groupe S1-S2-S3.....	244
2.2.3. Analyse épistémique de la séance n°4	245
2.2.3.1. Analyse de la tâche « « Tirer des informations de 3 documents »	245
2.2.3.2. Conclusion à l'analyse a priori de S4	246
2.2.4. Analyse épistémique de la séance n°5	246
2.2.4.1. Analyse des tâches « Réalisation d'un schéma » et « Schéma de la double circulation sanguine »	246
2.2.4.2. Conclusion à l'analyse a priori de S5	247
2.2.4.3. Analyse épistémique des séances n°6 et n°7	247
2.2.4.4. Analyse des tâches « Anatomie du cœur »	247

2.2.4.5. Conclusion à l'analyse a priori de S6 et S7.....	248
2.3. Conclusion générale à l'analyse <i>a priori</i>	248
2.3.1. A propos des savoirs potentiellement produits	248
2.3.2. Premières remarques à propos des déterminations professorales	249
3. Résultats de l'étude <i>in situ</i> dans la classe n°3	250
3.1. La vue interprétative synoptique de la séquence.....	250
3.1.1. Les savoirs en jeu	250
3.1.2. Les médias utilisés	251
3.1.3. L'organisation de la classe.....	251
3.2. Des caractéristiques des pratiques conjointes	254
3.2.1. Des pratiques que l'on peut comprendre comme relevant d'une transposition partielle de pratiques sociales de référence	254
3.2.1.1. Faire dans la classe comme font les chercheurs	254
3.2.1.2. Mais avec une limite : une erreur dans le processus de collecte des données.....	256
3.2.1.3. Utiliser un modèle ou produire un modèle explicatif ? Une certaine ambiguïté	257
3.2.2. Une grande clarté dans la dévolution et dans l'institutionnalisation des jeux concourt à produire des savoirs scientifiques.....	259
3.2.2.1. De la position à la dévolution du problème.....	259
3.2.2.2. Une institutionnalisation forte des savoirs	262
3.2.3. La mésogenèse : une apparente co-construction qui peut reposer sur une certaine ambiguïté	264
3.2.3.1. Une mésogenèse à la fois produit et processus partagé.....	264
3.2.3.2. Modification du milieu lorsque celui-ci devient inadapté pour l'apprentissage.....	266
3.2.3.3. Une convocation de registres, différents pour P3 et les élèves, produit un arrière-plan ambigu.....	268
3.2.4. En termes de topogenèse.....	270
3.2.4.1. P3 favorise les interactions entre les élèves	270
3.2.4.2. Mais P3 peut aussi prendre la main et énoncer des savoirs.....	272
3.2.5. Une chronogenèse en deux temps et à forte densité épistémique	272
3.2.5.1. De la mise en problème aux nécessités	272
3.2.5.2. Puis un enchaînement chronogénétique de contenus à forte densité épistémique.....	274
3.2.5.3. Conclusion aux caractéristiques des pratiques conjointes dans la classe n°3.....	279
3.3. Des éléments explicatifs des pratiques conjointes	282
3.3.1. Le ROS de P3 à propos de la circulation du sang est caractérisé par une connaissance scientifique des savoirs de la circulation du sang	282

3.3.2. L'épistémologie pratique de P3	284
3.3.2.1. Théories implicites sur les savoirs de la circulation du sang	284
3.3.2.2. Théories implicites sur l'enseignement et l'apprentissage de ces savoirs.....	285
3.3.3. Une composante faible : l'activité adressée.....	286
3.3.4. Des éléments de compréhension relatifs aux élèves	288
3.3.4.1. Des points de rencontre possibles entre le ROS du professeur et celui des élèves	289
3.3.4.2. Part du contrat didactique dans la classe et du rapport à l'apprendre chez les élèves.....	292
3.4. Conclusion générale à l'étude <i>in situ</i>	294
CHAPITRE 4. SYNTHÈSE DES PRATIQUES CONJOINTES DANS LES TROIS CLASSES	297
1. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°1	297
2. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°2	299
3. Pratiques conjointes et déterminants dans la classe n°3	301
PARTIE N° 4. DISCUSSION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE.....	305
CHAPITRE 1. DISCUSSION DES RÉSULTATS DES TROIS ÉTUDES DE CAS	307
1. Discussion comparative des pratiques dans les trois classes	307
1.1. Un outil complémentaire pour comparer : les familles de jeux	307
1.2. Les savoirs produits au cours des pratiques conjointes.....	310
1.2.1. Des choix didactiques qui mènent à des savoirs qui n'ont pas le statut de savoirs scientifiques dans les classes n°1 et n°2	310
1.2.2. Mise en valeur de la nature de la science et de ses pratiques dans la classe n°3	311
1.3. Des divergences entre les pratiques, source de spécificités	312
1.3.1. La place des élèves dans les dispositifs didactiques	312
1.3.2. La spécificité du positionnement de certains jeux ou familles de jeux.....	314
1.4. Des convergences entre les pratiques, source de généralité.....	315
1.4.1. Des objets didactiques embarrassants	315
1.4.2. Une convergence liée aux savoirs	316
1.5. Des pratiques différentes et différenciatrices	316
2. Les déterminants professoraux	317
2.1. Des références épistémologiques variées pour les professeurs	317
2.1.1. Le statut attribué aux savoirs de la circulation du sang	317
2.1.2. Les références pour l'enseignement de ces savoirs ; de l'empirisme au constructivisme	319
2.1.3. Des références pour l'apprentissage allant du behaviorisme au socioconstructivisme.....	319

2.2. Un impact variable des commandes institutionnelles sur les pratiques	320
2.3. Complexité et cohérence des déterminants professoraux	321
2.4. Conclusion.....	323
3. Des déterminants élèves	324
3.1. Le ROS des élèves.....	324
3.2. Le RAP des élèves.....	326
3.3. Conclusion.....	327
CHAPITRE 2. RETOUR SUR LES CADRES THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE	329
1. Les conditions méthodologiques de production des résultats	329
1.1. Les analyses extrinsèque versus intrinsèque	329
1.2. Granulométrie des descriptions de l'action didactique	330
1.3. Caractérisation des déterminants élèves.....	331
2. Retour sur le cadre théorique	332
CONCLUSION	337
1. RÉSUMÉ CONCLUSIF DES CARACTÉRISTIQUES DES PRATIQUES	338
1.1. Les savoirs produits dans les classes ne sont pas équivalents.....	338
1.2. Des rôles différents attribués aux élèves	339
2. LA COMPLEXITÉ DES DÉTERMINANTS DES PRATIQUES.....	340
2.1. L'imbrication des déterminants professoraux	340
2.2. L'importance des déterminants élèves	341
2.3. Déterminants et action conjointe.....	342
3. DÉTERMINANTS ET FORMATION PROFESSIONNELLE : MISE EN PERSPECTIVE DES APPORTS DE LA RECHERCHE.....	343
3.1.1. La constitution des pratiques du professeur.....	344
3.1.2. La modification des pratiques	345
4. DES PROLONGEMENTS À CETTE RECHERCHE.....	345
TABLE DES MATIÈRES	357
TABLE DES TABLEAUX.....	369
TABLE DES ILLUSTRATIONS	370

Table des tableaux

Tableau 1. Tableau synthétique des obstacles épistémologiques relatifs au concept de circulation du sang.	72
Tableau 2. Tâches soumises à l'analyse <i>a priori</i> dans la classe n°1.....	117
Tableau 3. Récapitulatif des savoirs potentiellement en jeu dans la classe n°1.	128
Tableau 4. Récapitulatif des caractéristiques des pratiques dans la classe n°1.	156
Tableau 5. Tâches soumises à l'analyse <i>a priori</i> dans la classe n°2.....	178
Tableau 6. Récapitulatif des savoirs potentiellement en jeu dans la classe n°2.	187
Tableau 7. Récapitulatif des caractéristiques des pratiques dans la classe n°2.	213
Tableau 8. Tâches soumises à l'analyse <i>a priori</i> dans la classe n°3.....	242
Tableau 9. Récapitulatif des savoirs potentiellement en jeu dans la classe n°3.	249
Tableau 10. Récapitulatif des caractéristiques des pratiques dans la classe n°3.	281
Tableau 11. Les savoirs mis en jeu dans la classe n°1.....	298
Tableau 12. Les savoirs mis en jeu dans la classe n°2.....	300
Tableau 13. Les savoirs mis en jeu dans la classe n°3.....	303
Tableau 14. Liste des familles de jeux pratiquées.	308
Tableau 15. Document récapitulatif des familles de jeux pratiqués dans les classes.	309

Table des illustrations

Figure 1. Place des élèves et du professeur dans la TACD, 2007.	34
Figure 2. Proposition d'introduction du rapport aux savoirs des élèves dans la TACD.	38
Figure 3. Réseau des notions constitutives dans l'approche « biophysique ».	52
Figure 4. Réseau des notions constitutives dans l'approche « fonction de nutrition ».56	
Figure 5. Réseau des notions constitutives dans l'approche « éducation à la santé ». 58	
Figure 6. Organisation du dispositif de recherche dans les classes.	87
Figure 7. Articulation objets de recherche-méthodologie.	103
Figure 8. Trame de l'articulation des contenus, supposés chez P1, au cours de la séquence.....	114
Figure 9. Séquence de travail prévue par P1.	115
Figure 10. Vue interprétative synoptique de la classe n°1.....	132
Figure 11. État du tableau en S3, minute 17 (classe 1).....	136
Figure 12. État du tableau en fin de S1, minute 58 (classe 1)	140
Figure 13. Bilan de la chronogénèse dans la classe n°1.	154
Figure 14. Déterminants professoraux possibles (P1).	160
Figure 15. Trame de l'articulation des contenus supposés chez P2, au cours de la séquence.....	174
Figure 16. Séquence de travail prévue par P2.	176
Figure 17. Vue interprétative synoptique de la classe n°2.....	191
Figure 18. Bilan de la chronogénèse dans la classe n°2.	211
Figure 19. Déterminants professoraux possibles (P2).	223
Figure 20. Trame de l'articulation des contenus supposés chez P3, au cours de la séquence.....	239
Figure 21. Séquence de travail prévue par P3.	240
Figure 22. Vue interprétative synoptique dans la classe n°3.....	253
Figure 23. Dessin d'Ilhe et Elis	261
Figure 24. Dessin de Pieh et Gurw	261
Figure 25. Tableau 2, affiché et expliqué dans la classe n°3.....	264
Figure 26. Bilan de la chronogénèse dans la classe n°3.	279
Figure 27. Déterminants professoraux possibles (P3).	288
Figure 28. Modèle synthétique de déterminants possibles de l'action conjointe.	334
Figure 29. Modèle synthétique simplifié de déterminants possibles de l'action conjointe.	343

Résumé

Cette thèse propose d'examiner des situations d'enseignement et d'apprentissage autour de la circulation du sang au cycle 3 de l'école élémentaire française de façon à en inférer des éléments susceptibles de les déterminer. Les analyses didactiques sont menées dans le cadre de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (Sensevy et Mercier, 2007) qui modélise l'action humaine en situation didactique comme une série de jeux d'apprentissage. Il s'agit de comprendre quelques uns des déterminants de ces jeux : le rapport aux objets de savoir du professeur, son épistémologie pratique et son activité adressée. La recherche propose de poursuivre l'exploration des déterminants du côté des élèves en examinant leur rapport aux objets de savoir et leur rapport à *l'apprendre* (Charlot, 1997). Pour cela, on procède à l'analyse ascendante de pratiques conjointes dans trois classes de CM2 dans lesquelles évoluent trois professeurs de formation initiale contrastée : un ayant une formation en psychologie, un de formation littéraire et un ayant une formation de biologiste.

Les résultats obtenus montrent une grande complexité dans les déterminants professoraux due à l'imbrication de blocs de déterminants qui laissent plus ou moins de place, selon les classes, à l'expression et la prise en compte des rapports aux objets de savoir des élèves. L'influence de ces derniers sur l'action conjointe par leur rapport aux objets de savoir est variable selon leur rapport à *l'apprendre*. Ces éléments apportant une meilleure compréhension des pratiques de classe peuvent fournir des pistes pour la formation des enseignants et des points d'appui pour l'évolution des pratiques enseignantes.

Mots-clés : pratiques conjointes, analyse didactique, épistémologie pratique, circulation du sang, rapport aux savoirs, école élémentaire.

Summary

This essay try to examin teaching and learning situations around circulatory system in primary french school (level 6) with the purpose to infer factors which could give determination of them. We do didactic analysis in Joint Action Didactic Theory (Sensevy and Mercier, 2007) who modelise human action in didactic situation like a set learning games. We have to understand some of games déterminants : teacher relationship to knowledge, practic epistemology and adressed activity. The research offer to continue student determinants exploration inspecting student relationship to knowledge and student *knowlegde approach* (Charlot, 1997). For that, we do bottom up analysis of joint practices in three clasrooms (CM2) with three teachers of contrasted initial background : a psychology background, a litterary and a scientific bakground.

Results show a very important complexity of teacher determinants on account of very closely interlinked bundle of determinants who let more or less space in the classrooms for expression and taking into consideration students relationship to knowledge. Student impact on joint action by relationship to knowledge varies among *knowledge approach*. Those elements can give a better understanding of classroom practices and suggested some indications for training teachers and to focus on teacher practices evolution.

Keywords : joint practices, didactic analysis, practic epistemology, circulatory system, relationship to knowledge, primary school.



Université
de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse 2 - Le Mirail (UT 2 Le Mirail)

Présentée et soutenue par :

Éliane PAUTAL

le mardi 23 octobre 2012

**Enseigner et apprendre la circulation du sang : analyse
didactique des pratiques conjointes et identification de certains
de leurs déterminants**

Trois études de cas à l'école élémentaire

Tome 2

ED CLESCO : Sciences de l'éducation

Unité de recherche :

UMR Éducation Formation Travail Savoirs (EFTS)

Directeur(s) de Thèse :

Patrice VENTURINI, Professeur, université Toulouse II (Directeur)

Patricia SCHNEEBERGER, Professeure, université Bordeaux IV (Co-directrice)

Rapporteurs :

Maryline COQUIDÉ, Professeure, ENS Lyon

Gérard SENSEVY, Professeur, IUFM de Bretagne

Autre(s) membre(s) du jury :

Francia LEUTENEGGER, Professeure, université de Genève, Présidente

SOMMAIRE

LES MANUELS DE L'ÉCOLE ANALYSÉS	6
PARTIE N° 1 . LA CLASSE N°1.....	8
CHAPITRE 1. LES ENTRETIENS AVEC LE PROFESSEUR P1	8
1. Entretien ante protocole.....	8
2. Entretien ante S1.....	16
3. Entretien post S2 et ante S3	17
4. Entretien post S3.....	21
5. Entretien post protocole.....	22
CHAPITRE 2. LES TRANSCRIPTIONS DES SÉANCES	23
1. Transcription de S1.....	24
2. Transcription de S2.....	31
3. Transcription de S3.....	37
4. Transcription de S4.....	48
CHAPITRE 3. LES ENTRETIENS AVEC LES ÉLÈVES	55
1. MUIS	55
2. PATI	57
3. ELIO	58
4. PIER.....	60
5. CHRI.....	61
6. DANI	62
7. ETIE.....	63
PARTIE N° 2 . LA CLASSE N°2.....	65
CHAPITRE 1. LES ENTRETIENS AVEC LE PROFESSEUR P2	65
1. Entretien ante protocole.....	65
2. Entretien ante S1, 2, 3.....	79
3. Entretien post S1, 2, 3.....	83
4. Entretien ante S4,5.....	85
5. Entretien post S4 et S5.....	85
6. Entretien post protocole.....	86
CHAPITRE 2. LES TRANSCRIPTIONS DES SÉANCES	91
1. Transcription de S1.....	91
2. Transcription de S2.....	95
3. Transcription de S3.....	100

4. Transcription de S4.....	105
5. Transcription de S5.....	110
6. Transcription de S6.....	116
CHAPITRE 3. LES ENTRETIENS AVEC LES ÉLÈVES	120
1. CHER.....	120
2. SABI	125
3. MIMO	129
4. LOUE.....	132
5. CHAM	134
6. FABI	136
PARTIE N° 3 . LA CLASSE N°3.....	138
CHAPITRE 1. LES ENTRETIENS AVEC LE PROFESSEUR P3	138
1. Entretien ante protocole.....	138
2. Entretien post S1 et ante s2.....	143
3. Entretien post S2 et ante S3	149
4. Entretien post S3 et ante S4.....	153
5. Entretien post S4 et ante S5	155
6. Entretien post S5.....	156
7. Entretien post S6 et ante S7	157
8. Entretien post protocole.....	158
CHAPITRE 2. L'ANALYSE A PRIORI DES SÉANCES	159
1. Séance n°1. Situation d'entrée : l'organisme à l'effort.....	159
2. Séance n°2. Recueil de données	161
3. Séance n°3. Exploitation des données	163
4. Séance n°4. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?	165
5. Séance n°5. Étude de la petite et de la grande circulation dans le corps	170
6. Séance n°6. Étude de la petite et de la grande circulation dans le corps (suite) et l'anatomie du cœur	174
7. Séance n°7. L'anatomie cardiaque (suite et fin).....	176
CHAPITRE 3. LES TRANSCRIPTIONS DES SÉANCES	178
1. Transcription de S1	178
2. Transcription de S2.....	188
3. Transcription de S3.....	194
4. Transcription de S4.....	206
5. Transcription de S5.....	214

6. Transcription de S6.....	220
7. Transcription de S7.....	226
CHAPITRE 4. LES ENTRETIENS AVEC LES ÉLÈVES	230
1. LOLA.....	230
2. MATT	232
3. HAON.....	234
4. MAUD	235
5. PICK	238
6. SOLE	241

Avertissement

Afin de faciliter la lecture des annexes, nous avons indiqué les propos des interviewés -professeur et élèves- et ceux du chercheur par deux polices différentes :

- Les propos des interviewés
- ***Nos propres propos***

Toutes les indications périphériques générales (des indications contextuelles, un geste particulier accompagnant un propos, un événement expliquant une rupture dans le discours, etc.) utiles à la compréhension des propos des uns ou des autres sont indiquées *en italique*.

LES MANUELS DE L'ÉCOLE ANALYSÉS

Manuels Centration	« Les dossiers Hachette » Corps et santé, Cycle 3, Jack Guichard, 2009, p. 44-51	« les ateliers Hachette », Cycle 3, Jack Guichard <i>et al.</i> , 2010, p. 120-125	« 64 enquêtes pour découvrir le monde », Sciences, Cycle 3, Jean-Michel Rolando <i>et al.</i> , Magnard, 2003, p. 110-113	« Toutes les sciences, Cycle 3 », Nathan, Maryline Coquidé <i>et al.</i> , 2008, p. 186-189	« Sciences expérimentales et technologie » CM1-CM2, sous la direction de R. Tavernier, Bordas, 2010, p. 52-55
Centration biophysique	Anatomie vasculaire Artériographie, p. 46 Le cœur met le sang en mouvement Circulation du sang dans le cœur, p. 47	Anatomie vasculaire Artériographie, p. 120 Les différents vaisseaux sanguins avec des données chiffrées, p. 121	Anatomie vasculaire Artériographie et coupe de capillaires sanguins, p. 111 Les différents vaisseaux sanguins, p. 111	Photo d'une coupure sur un doigt	Anatomie vasculaire Artériographie de la main, des membres inférieurs, du bassin, coupe d'un vaisseau sanguin (avec GR), p. 52. Photo de capillaires avec GR, p. 53 Indication des vitesses de transport dans les vaisseaux, figuré des réseaux artériels, veineux et capillaires
Centration fonction de nutrition	Le sang comme transporteur Le rôle du sang, p. 49 Circuit fermé Circulation à sens unique Le cœur met le sang en mouvement Des échanges sont nécessaires La double circulation sanguine, p. 48 Adaptation à l'effort, p. 44-45 (mesures des rythmes cardiaques et	Circuit fermé Circulation à sens unique Le cœur met le sang en mouvement Trajet du sang dans le cœur, p. 121 Rejet des déchets, p. 124 et double circulation sanguine, p. 125	Anatomie cardiaque Trajet du sang dans le cœur, p. 112 La double circulation sanguine, p. 113 et 119 Adaptation du corps à	Lien cœur/poumons Adaptation du corps à l'effort, p. 186-187 (mesures du	Le sang comme transporteur Le sang transporte O ₂ , nutriments et déchets, p. 55 Des données chiffrées sur l'activité cardiaque, p. 55 Les échanges pulmonaires Deux schémas de la double circulation, p. 54

	respiratoires)	Adaptation du corps à l'effort, p. 121-123 (mesures des rythmes cardiaques et respiratoires)	l'effort, p. 112-113 (mesures des rythmes cardiaques et respiratoires)	rythme cardiaque)	
Centration éducation à la santé	<p>Pôle « immunitaire et réparation » Désinfection des plaies, p. 46 Composition du sang, p.49</p> <p>Pôle « don du sang et pathologies » Effet de l'exercice physique sur le corps. Maladies cardiovasculaires : lien alimentation et tabac/infarctus du myocarde, p. 47. Transfusions sanguines et maladies du sang p. 50-51.</p>	<p>Pôle « don du sang et pathologies » Coronaires et infarctus du myocarde en lien avec le cholestérol, p. 120</p>	<p>Hémorragies, SAMU, p. 110 Composition du sang, p.110</p> <p>Don du sang, p. 110</p>		<p>Pôle « immunitaire et réparation » Désinfection d'une plaie au genou, p. 52</p>

PARTIE N° 1 . LA CLASSE N°1

CHAPITRE 1. LES ENTRETIENS AVEC LE PROFESSEUR P1

1. ENTRETIEN ANTE PROTOCOLE

P1 a 42 ans. Elle enseigne dans une petite école, en centre ville. Elle est directrice de l'école et va prendre les élèves de CM1-CM2 de sa collègue pour les séances de sciences lors de la recherche. Comme entrée en matière, je laisse s'exprimer librement P1 qui me présente rapidement l'école et la classe.

Pouvez-vous me présenter l'école et la classe ?

Alors, il y a 5 CM1 et sur 15 CM2 y'en a 8 qui ont un an de retard et 7 qui n'ont pas appris à lire en CP. Donc c'est une classe très très difficile. Ils sont 20 avec des univers très différents parce qu'on est une petite école ce qui fait que les écoles alentour euh, ont leurs effectifs plein ça les intéresse pas énormément de prendre des CM parce que c'est vrai que pour l'avenir de l'école c'est pas c'est pas génial donc nous on a énormément d'enfants qui arrivent c'est à dire et on a du refaire nos effectifs la veille de la rentrée parce qu'on avait 17 nouvelles inscriptions entre CE2 CM1 et CM2 donc voilà avec des univers très différents des univers sociaux très différents.

Alors, je souhaite voire comment enseignant et élèves travaillent ensemble autour de la thématique « circulation du sang »...

Bon alors moi j'ai travaillé et je vais pas faire exactement ce que j'ai fait dans ma classe j'avais trouvé plein de trucs sur internet sur des dissections enfin regarder un peu comment ça se passait c'était une horreur les enfants à vomir euh alors j'ai des CE2/ CM1 qui sont plus petits est-ce que c'est ça bon je pars du même principe dans ma classe je l'ai fait tôt cette année parce qu'on a une programmation cycle 3 hein donc une année on fait quelque chose une autre année autre chose alors ça a un défaut c'est que les CE2 ils leur manque certaines années des pré requis pour euh pour faire des choses et d'autre part comme on a 2 niveaux dans cette classe et qu'on veut pas faire de la redite tous les ans on est obligé de faire une programmation et de choisir des... des choses donc là la thématique était parce qu'on est parti d'un cycle endurance parce qu'on participe au cross départemental tous les ans donc on court on faisait l'entraînement d'endurance on prenait son pouls on a appris à prendre le pouls à la gorge souvent donc on a appris le pouls on s'est rendu compte que avant non on avait pas fait avant d'abord quand on avait juste couru il se ... enfin il était très actif il était très rapide le pouls était très rapide et puis je leur faisais prendre après quand on revient dans la classe quand on s'asseyait il était plus lent donc problématique et pourquoi...

Donc ça été fait avec les CE2/CM1 ?

Oui voilà donc on va partir de là parce que c'est là qu'on constate le plus ... alors on refait pas un cycle d'endurance mais on fera peut être une petite course dans la cour quand même on prendra le pouls on établit un tableau on prend le pouls avant avant l'effort juste après l'effort et quelques temps après ce qui est intéressant c'est de voir à la fois que le pouls s'accélère avec l'activité et aussi voir qu'il y a des différences

entre les enfants alors ça ils ont eu du mal à savoir et pourquoi ça les intéressaient de savoir voilà ... alors j'ai trouvé des documents bon j'ai mon fils qui est au collège alors je vois un peu ce qu'ils ont appris et il a eu énormément de mal à analyser les tableaux parce que nous on les analyse ensemble dans la classe alors qu'en sixième ils ont des TD et il avait énormément de mal pour passer de la lecture à l'interprétation alors là j'ai trouvé des petits documents que j'ai associé ensemble assez simples parce qu'il leur manque des pré requis au niveau des unités par exemple ils savent pas trop à quoi ça correspond sur les constituants de l'air, ce qu'on trouve euh en entrée aux poumons en sortie expirer inspirer et donc à chaque fois des petites questions et par groupes donc essayer de répondre par groupes aux documents.

Ça c'est ce qui est prévu pour la première séance ?

Oui

Vous prévoyez combien de séances ?

Oh ! Peut-être deux trois j'ai squeezé la partie où on voit le cœur je partirai ben j'ai trouvé sur internet et sur le livre y'avait quelques belles photographies comme on a du matériel informatique j'ai regardé on trouve sur internet quand même on trouve des photographies et ça sera peut-être moins sanguinolent que avec un cœur quoique je sais pas avec des grands....

Est-ce que on pourra avoir un entretien avant la séance quand celle-ci sera un peu plus aboutie ?

Oui quand ça sera un peu bouclé pasque là c'est par rapport à ce que j'ai fait dans ma classe et que j'essaye d'adapter

C'est pour vous dire que je vais vous prendre un peu de votre temps ! Vous pouvez me dire en quelques mots votre formation ?

J'ai fait un Bac D parce que j'ai pas pu passer en C donc un bac D *a minima* ensuite j'ai fais un an de fac de sciences en SVT et puis après j'ai fait fac de psycho et j'ai continué la biologie enfin la physiologie plus qu'autre chose

Donc un an en psycho ?

Non pas un an en psycho j'en ai fait pendant 4 ans ! J'ai une maîtrise de psycho ! Non la fac de sciences c'était pas pour moi ! Y'a que les maths qui m'intéressaient mais pas la bio j'aime vraiment pas je me force hein, je sais pas pourquoi c'est une matière scientifique quand même mais j'aime pas enfin c'est pas que j'aime pas parce que c'est intéressant je trouve que c'est intéressant je sais pas pourquoi mais j'arrive pas à... à appréhender la bio j'ai eu 4 au concours en bio à l'IUFM quand même ! En cours j'étais très bonne et dès que je passe des examens dessus oh ! C'est une horreur !

Mais pourtant j'ai obligée personne vous vous êtes portée plutôt volontaire !

Eh ! bien elle a téléphoné Elizabeth¹¹¹ et j'ai dit moi j'ai une formation euh mais j'en fais de la bio hein dans la classe j'en fait assez régulièrement je m'oblige hein mais c'est pas un truc avec lequel je suis à l'aise vous voyez ce que je veux dire

Mais alors la démarche de répondre positivement alors ?

Ça m'oblige peut-être point ! (*rires*), non, non ! Je sais que quand Elizabeth a besoin de quelque chose ... moi je téléphone et je sais que j'ai toujours une réponse positive

¹¹¹ Elizabeth est la conseillère pédagogique sciences qui travaille avec les professeurs des écoles et qui connaît le chercheur, elle a proposé quelques noms au chercheur. P1 fait partie de cette liste de noms

l'année dernière pour aller à la fac de sciences y'avait plus de place pour les miens mais elle a trouvé une place pour les CM2 au moins alors donc bon

C'est pour renvoyer un peu l'ascenseur ?

Oui c'est vrai qu'elle est très gentille et puis c'était ma conseillère péda avant dans la circonscription alors bon j'ai toujours eu de l'aide donc bon mais disons que bon la biologie je sais pas pourquoi c'est un truc qui m'intéresse à lire à écouter à regarder la biologie mais alors je trouve que c'est très complexe parce que ça part du vécu et de l'analyse et moi je suis très analyse et après j'en déduis des choses je crois que c'est ça

D'une façon générale dans la classe c'est plutôt partir de quelque chose à analyser et après...

Ah ! Non ! Justement je me force à faire des expériences et tout ça mais pour moi personnellement dans ma démarche normale j'analyse d'abord et après je réagis

D'accord et dans les sciences en général comment vous procédez dans ce cas-là ?

J'essaie bien le questionnement mais...en physique ça vient tout seul le questionnement des enfants mais là en SVT non là par exemple quand je l'ai fait dans ma classe la respiration il a fallu que je pose la question ils avaient bien vu que ça augmentait le pouls et que ça re-diminuait mais ils savaient pas pourquoi ils se sont pas demandés pourquoi ils arrivent pas à dire ... j'étais obligé de poser la question ça arrive pas à venir alors je pense que ça vient de moi parce que dans les autres choses on arrive à poser des questions et là on n'y arrive pas donc voilà.

C'est plus une difficulté dans le domaine de la biologie mais dans les sciences en général ça va ?

Oui j'ai un problème avec la bio ! Et j'ai une très mauvaise expérience avec la fac de sciences alors là ! J'aime le raisonnement scientifique je suis très matheuse j'adore les maths la physique j'ai appris à aimer ce qui me gênait un peu avant c'était toute cette euh ces TD des choses comme ça comment expliquer l'oscilloscope qu'il fallait régler dans le bon sens bon voilà des choses comme ça et je crois que la bio c'était pareil quoi monter la bonne expérience j'ai un rapport avec les expériences qui sont pas très bonnes parce que moi moi au départ on apprenait sur des livres et point je suis pas une jeune (*rires*) c'était la leçon de choses donc c'est très peu d'expériences mais par contre au demeurant il fallait toujours que je trouve pourquoi donc ça devrait être bien mais non c'est un domaine euh pourtant ça me fascine hein de voir comment notre corps est construit euh l'année dernière je m'étais mis sur la classification des animaux mais euh, (*soupir*) vraiment alors ça c'est quelque chose qui me...les fossiles je trouve ça intéressant mais..... Y'a des thèmes qui sont intéressants mais j'ai du mal à faire passer dans la classe.

D'une façon générale en sciences vous procédez comment au point de vue des démarches par exemple ?

Alors je démarre je pars de l'expérimentation scientifique parce que c'est bien là qu'on peut la faire le mieux possible on nous dit bien de la faire dans tout mais parfois on n'y arrive pas dans d'autres matières et là j'essaie de faire des expériences des choses comme ça alors je pars des expérimentations après on émet des hypothèses pourquoi ça se passe comme ça et comme ça et puis on essaye de valider ces hypothèses en reproduisant les expériences alors c'est vrai que quand j'avais des cycles 2 ce que j'aimais bien faire c'était tout le travail sur la photosynthèse et pourquoi la plante pousse et qu'est-ce qu'il lui faut pour euh pour faire voire ça donc

on montait des expériences oui beh il lui faut de l'eau beh oui euh comment on va faire pour ça impeccable mais sur le corps humain je trouve que c'est très très compliqué très compliqué à monter.

Et cette démarche que vous évoquez c'est une démarche entre guillemets préconisée ?

Ce qui est important même en français c'est... je pars d'exercice de découverte on découvre quelque chose par nous-mêmes en faisant des exercices en manipulant les mots et ainsi de suite donc on en déduit quelque chose moi j'apporte du vocabulaire en tant qu'enseignante et on fait une leçon et après on fait de l'application dessus je suis favorable à cette démarche-là alors j'étais très favorable au travail de groupes mais le problème c'est que en ayant deux niveaux ça marche plus quand on fait un travail de groupes avec un groupe c'est pas possible parce que je fais pas la même chose les maths le français tout est séparé dans ma classe donc quand je fais une démarche de groupes par exemple je suis avec les CE2 les CM1 sont en travail tous seuls et c'est un truc pas possible alors j'ai fini par arrêter quoi mais je faisais ça énormément et en maths et en français et en histoire en histoire on avait des documents géographie euh des cartes des positionnements alors là je le fais en histoire je le fais en géographie je le fais en physique en technologie pasque je mets mes deux niveaux tous ensemble mais alors là en maths et français j'ai énormément de mal.

Si on revient sur les sciences, qu'est-ce qu'il vous semble important de faire passer pour les enfants à propos des sciences ?

A la fois cette démarche j'ai fait une expérience j'ai un résultat qu'est-ce que je peux en déduire ou alors j'émetts une hypothèse qu'est-ce que je vais faire comme expérience pour essayer de valider ou d'invalider cette hypothèse et ainsi de suite à la fois cette démarche mais je crois qu'il ne faut pas s'éloigner non plus il faut qu'ils aient des connaissances et moi c'est ce qui me dérangeait dans les anciens programmes de 2002 on focalisait tellement sur la démarche et le problème de cette démarche c'est que ça prend énormément de temps et que si on fait tout avec cette démarche on arrive pas à un savoir il faut quand même donner quelques notions de base de savoirs.

Donc là, la démarche c'est partir des expériences c'est ça ?

Oui c'est-à-dire que là qu'est-ce que j'ai fait récemment oui par exemple avec la digestion je leur ai demandé avantez moi ce qui se passe quand on mange ils ont fait un petit dessin tout ça ils ont tâché d'expliquer moi je leur ai dit comment ça se réalise ah oui y'a quelque chose qui casse les aliments comme les dents et on a fait quelques petites expériences pour vérifier qu'il n'y avait pas que les dents y'en a certains qui m'ont dit y'a pas que les dents y'a la salive je leur ai apporté du maxylase pour mâcher un bout de pain voir que ça se transforme en glucose mais l'eau iodée ça n'a pas marché après je leur ai apporté des photos (*rires*) que j'avais pris moi à la maison! Donc je leur montre ça mais si on fait que ça que cette démarche même dans les autres matières on prend des heures ils s'éparpillent ils ont du mal à synthétiser ce qu'ils ont vu et même si on les aide ils ont du mal on sait pas ce qu'ils ont vraiment retenu.

Alors sur les connaissances relatives à la biologie, comment sont-elles organisées ? Sont-elles en lien ? Est-ce que vous voyez des relations sur les savoirs de la biologie ?

Il y a quand même des relations si on décide de faire la digestion la respiration c'est parce que c'est lié on pensait que ça allait ensemble quelque part mais c'est aussi là on ne s'occupe que de la respiration des êtres vivants parce que on a présupposé que nos collègues du cycle 2 avaient fait la respiration des végétaux donc il y a quand même

des interactions voire que tous les êtres vivants respirent qu'ils ne respirent pas de la même façon et ainsi de suite donc il y a quand même des connexions à avoir et des choses à faire et puis des connexions aussi avec les autres matières beh lire un tableau c'est aussi faire de la lecture et c'est aussi j'essaye de donner....c'est à dire et ça me gêne dans un sens mais dans un autre nous on est interdisciplinaire et c'est un avantage mais où c'est un inconvénient c'est arriver à mesurer quel est l'apport en lecture ou en maths ou en choses comme ça de ce qu'on peut donner sur des documents sur un travail d'expérimentation ailleurs que dans la matière mais éviter de cloisonner ça c'est bien.

Qu'est-ce que vous pouvez me dire sur la façon dont les élèves apprennent en sciences ?

Ils retiennent ce qu'ils veulent bien retenir et pas forcément ce que nous on aurait envie qu'ils retiennent par exemple l'autre fois au lieu de dire oxygène j'ai écrit O₂ au lieu d'oxygène et ça ils ont bien retenu c'était pas fondamental bon j'ai écrit O₂ au lieu d'oxygène machinalement et ça c'était pas...euh ils sont incollables là dessus par contre comprendre que l'oxygène était transporté partout dans le corps et encore plus quand on fait un effort on a encore plus besoin d'oxygène qu'aux autres moments pour une transformation quelconque comme on peut pas aller trop loin je pense que ils retiennent pas comme on va pas au bout des choses ils retiennent pas par contre le petit O₂ le petit détail là ils retiennent.

Et sur la façon dont ils apprennent ? Par quels moyens ?

Alors là ils sont tous différents y'en a qui apprennent en reprenant leur leçon et y'en a qui sont capables de retenir des choses mais c'est pas le cas partout

Et dans la classe, la façon dont ils apprennent dans la classe ?

...P1 répond au téléphone

Par contre ils prennent beaucoup dans l'échange entre eux par exemple j'ai travaillé l'année dernière sur les états de l'eau et alors expérimentalement c'est quelque chose qu'on peut faire facilement à l'école et ça ils prennent il y a quelques années j'avais fait la respiration et j'avais schématisé avec un ballon les poumons l'appareil respiratoire et ça ils avaient vraiment oui là ils prennent beaucoup mais ils sont pas tous égaux ils ne prennent pas tous pareil l'année dernière au défi science ils ont retenu plein de choses le fait de passer comme ça dans les ateliers le fait que ce soit les pairs qui leur expliquent comme ça ils ont appris plein de choses.

Est-ce qu'ils peuvent apprendre les sciences par d'autres moyens encore ?

On trouve des petites choses sur internet où ils sont en interaction par exemple des QCM des trucs comme ça et là ils retiennent pas mal non plus mais pas tous non plus ça dépend des enfants certains retiennent plus que d'autres en sciences certains retiennent parce qu'ils ont fait des expériences d'autres prennent des choses parce que la maîtresse apporte des mots de vocabulaire et ils aiment bien ça les mots nouveaux d'autres ont besoin de ballons de la conceptualisation les symboles aussi le schéma est important aussi

La démarche d'investigation ça vous dit quelque chose ?

Je regarde souvent le site de la MAP c'est une source parmi d'autres parce que maintenant on arrive à trouver des sites qui sont très bien faits des sites d'instit et des choses comme ça mais aussi des blogs d'instit j'écris rarement je lis beaucoup et on

arrive à trouver des choses et ça c'est formidable du coup on peut voir l'investigation c'est bien et c'est pas bien.

C'est quoi l'investigation ?

Eh bien ! Chercher par soi-même pour euh pour trouver une euh...l'investigation c'est chercher par soi-même pour trouver on s'est posé une question et on cherche la solution par soi même.

Comment d'une façon générale se construisent les savoirs en sciences ?

Alors ! Ça c'est des grandes questions ! Les savoirs scientifiques moi ! Écoutez... moi ça m'a rebuté parce qu'il a fallu que j'apprenne tout le cerveau par cœur et je pense que c'est pas la meilleure façon de faire d'autre part on peut pas tout expérimenter tout visionner il faut trouver une forme il doit y avoir un compromis moi sur un sujet je dois m'informer je suis pas très calée sur beaucoup de sujets je lis beaucoup je lis différents auteurs et je compare et même en sciences je compare beaucoup je trouve qu'il y a des livres de biologie qui sont très bien faits au collège de mon fils ils ont le Nathan ou le Hatier je sais plus en ce moment je lis plein de choses je lis beaucoup j'apprends plein de choses en ce moment je suis sur la tectonique des plaques j'aime beaucoup lire je lis des doc très intéressants y'a des textes non scientifiques des articles de journaux et je crois que je comprends mieux

La collègue de P1 arrive. Présentation de sa collègue dont elle empruntera la classe pour le travail sur la circulation du sang (elles échangent sur quelques difficultés liées aux élèves)

Alors, je reviens à ma question, comment les savoirs se construisent en sciences ?

Alors là ça c'est une vaste question !

Mais on peut ne pas avoir d'idées, là maintenant, hein

Non vraiment...je suis d'accord qu'on apprend des choses en faisant des expériences mais je suis pas fondamentalement convaincue de tout qu'on puisse tout apprendre que par l'expérience.

D'accord, alors est-ce qu'il y aurait d'autres façons pour apprendre les sciences ?

.....

Mais en tous cas, tout ne se bâtit pas sur l'expérience

Non non non mais euh, tout ne se bâtit pas sur l'expérience par contre il faut se poser des questions... parce que sinon... enfin en général je ne pense pas que tous les enfants se posent des questions les élèves ne se posent pas les questions que nous on a envie qu'ils se posent hein ! Mais enfin si on se pose pas de questions on va pas chercher les réponses non plus.

Et on se questionne sur quoi ?

On se questionne sur ce qui nous entoure et sur ce qu'on est nous.

D'accord. On a évoqué des ressources, vous travaillez avec quoi ?

Le Magnard, la Main à la pâte je vais sur des sites internet un recueil de sites d'instits le site de Créteil des sites d'inspection académiques qui proposent des défis scientifiques ce qui m'intéresse ce sont les défis qui amènent les enfants à se questionner il faut les motiver pour se questionner maintenant hein il y a les mallettes pédagogiques aussi.

Le programme est-ce une source d'informations ?

Les nouveaux programmes disent il faut faire ça ça et ça dans toutes les disciplines ils disent ce qu'il faut leur apprendre ils sont pas explicites mais on a des titres de choses qui sont à faire quoi.

On peut parler du contexte de l'école ?

Oui donc c'est des élèves qui ont et des difficultés sociales et des difficultés scolaires et enfin qui cumulent beaucoup de choses hein et des difficultés psychologiques ce sont des élèves qui marchent à l'affectif beaucoup avec l'enseignant si ça passe pas ça passe pas et puis ils ont un côté attentiste quand on discute avec les collègues on se rend compte qu'on est pas les seuls ! Donc euh on se rassure un peu...mais ils sont attentistes dans le sens qu'ils attendent qu'on leur apporte quelque chose sans vouloir donner eux quelque chose ils sont même passifs au niveau de tout ce qu'on peut leur demander de faire à la maison y'a rien ils ne font rien.

Les élèves que vous aurez là vous ne les connaissez pas particulièrement ?

Oh, si ! Pour la plupart je les ai eus deux ans à part 7 élèves qui sont nouveaux.

Vous pouvez me parler de certains élèves ? Me dire si certains vont intervenir vont participer ou ceux qui seront très discrets ? Est-ce qu'ils seront positionnés d'une certaine façon dans la classe ?

Alors là il faut que j'y réfléchisse aussi parce que ma collègue elle a mis les élèves comme ça elle a été presque obligée de mettre les élèves individuellement sur une table

.... Interruption ; un parent d'élève veut parler à la directrice P1

Vous pouvez m'aider dans le repérage de quelques élèves ?

Je ferai un plan avec le placement des élèves.

Vous pouvez me donner votre avis sur le comportement supposé des élèves pendant les séances en classe ?

Alors je peux vous en dire quelques uns parmi ceux qui participeront vous pouvez noter Chri il est dyslexique il ira en UPI il va s'intéresser Pier Pati Hugo sont des bons élèves Elio aussi ce sont des élèves moteurs alors je vous dirais bien Moha mais lui il va pas bien en ce moment il est brillant mais là au CM2 il s'effondre je lui ai fait sauté le CE2 et il s'effondre là ces élèves connaissent beaucoup de choses ils ont fait le défi scientifique l'année dernière avec moi et y'a une collègue qui a fait la pompe à eau là vous savez 70 par minute donc ils ont quand même des notions.

Vous pouvez noter d'autres éléments remarquables dans la classe ?

Muis et Ente ils arrivent d'une autre école et vraiment on n'y arrive pas on arrive pas à les gérer Muis est partagé entre deux modes d'éducation famille recomposée tout ça on lui donnerait le bon dieu sans confession et Ente lui c'est le bébé ces deux-là ils sont ingérables mais je les connais pas très bien en situation dans la classe on verra en travail de groupes on verra.

Y'a pas beaucoup de filles, pourquoi ? Y'a que les garçons qui sont visibles ?

Non y'a des filles qui sont très visibles aussi il y a Emos elle est très studieuse mais elle travaille que pour faire plaisir aux parents Acam et Sara sont intéressées que par les garçons elles sont bonnes pour le collège ! Au niveau scolaire ça marche pas du tout Acam part en SEGPA l'an prochain dans cette classe il y a beaucoup de garçons car j'ai gardé les filles plus calmes comme je suis directrice que mon bureau est là et

que la classe est là-bas j'ai pris les filles avec les garçons c'était pas possible j'ai gardé les garçons qui se tiennent à peu près et j'ai donné à ma collègue tous les autres !

Bon, ça fait pas 20 élèves, ça !

Non y'a Etie il peut être très intéressé il a de très bonnes réflexions il peut être très intéressant mais il est très soupe au lait alors si le groupe lui convient pas... et puis son sac il arrive de l'école et après il l'ouvre plus j'en suis sûre Ah ! y'a une jeune sri lankaise qui est arrivée, depuis une semaine, elle était non francophone depuis 6 mois, elle vient de Paris, elle se débrouille très bien elle est très grande et très timide.

Vous voulez ajouter quelque chose ?

Je ne sais pas ce que j'évoquerai et ce que je n'évoquerai pas pasque c'est vrai que... je trouvais très intéressant de faire quelques petites expériences je sais pas si je vais pas faire carrément à propos un peu de la respiration le fait qu'on rejette du CO₂ avec l'eau de chaux et tout ça pasque ça fait deux ans qu'on a pas fait la respiration en elle-même pasque comme y'avait quelqu'un qui travaillait sur la respiration, au défi scientifique, moi, je l'ai pas fait dans ma classe donc ça fait deux ans qu'on n'a pas vu la respiration.

Et ça vous voudriez le faire un petit peu avant ?

Voilà je ferai un peu la respiration avant de démarrer la séance je vais faire le lien avant que vous veniez il y a des pré requis que je veux faire avant je ferai des rappels une petite ponction sur la respiration.

Qu'est-ce que c'est pour vous apprendre la biologie, ça se traduirait par quoi ?

De l'observation une certaine analyse une expérimentation de temps en temps pas sur tout mais quelques expérimentations bien que j'en fasse plus dans ma classe que je n'en ai fait dans toute ma carrière et euh et aussi peut être la découverte du monde qui nous entoure c'est vraiment là qu'on peut découvrir ce monde-là avoir la pensée qu'on a un monde qui nous entoure et qu'on peut on peut l'appréhender un petit peu.

Est-ce que vous vous souvenez de l'apprentissage de la circulation du sang ?

Pas du tout pas du tout du tout non je vois le schéma le sang bleu le sang rouge ça je l'ai fait je m'en souviens ça se voit c'est la seule chose que je retiens mais comment on l'a appréhendé non.

Y'a d'autres souvenirs de choses qui ont été apprises à l'école ?

Oui quelques uns euh la génétique euh la transmission des virus des vaccins tout ça on avait travaillé dessus euh la photosynthèse euh le développement d'une plante oui ça j'ai de bons souvenirs et des souvenirs avec expérimentation voyez plus qu'avec la circulation du sang ou j'ai que le souvenir de ce truc rouge un bleu ça c'est un souvenir qui date de l'école.

Est-ce que c'est une discipline où vous apprenez encore des choses ?

Oui j'apprends des choses énormément je vois des choses c'est des choses par exemple mon fils travaille sur le volcanisme il est en train de voir les mouvements de subduction et d'induction euh de sub, obduction et donc ça ça fait écho je me dis ah ! Ça je l'ai appris en quelque part non je trouve ça très intéressant j'apprends même quand je le fais avec mes élèves par exemple l'année dernière je travaillais beaucoup sur le soleil quand je travaillais avec mes élèves sur le soleil j'étais allé chercher

beaucoup d'informations sur le site de la Map¹¹² avec vivre avec le soleil là et je découvre des choses par exemple il ne m'étais pas venu à l'idée de penser que les UV traversaient l'ombre ou alors je me disais peut être que si mais je veux dire voilà

À part la MAP, est-ce que vous apprenez d'une autre façon la biologie ?

Oui donc je regarde un peu les manuels j'ai des manuels à la maison j'ai plusieurs bouquins et j'apprends comme ça je vais sur d'autres sites chercher des choses des renseignements des informations.

Est-ce que vous diriez que vous avez un intérêt personnel pour la biologie ?

Non.

Est-ce que vous avez un intérêt personnel pour le sujet que vous allez aborder ?

Non sauf que je fume beaucoup et que je vais avoir les artères bouchées d'ici peu de temps ! Mais non je n'ai pas d'intérêt personnel ce n'est pas un domaine plus important qu'un autre je ne me sens pas spécialement impliquée sauf que je trouve que c'est important de donner son sang et je vais essayer de faire passer ce message-là et que moi je peux plus le donner et ça fait des années parce qu'il y a 20 ans j'ai eu un accident de voiture j'ai été transfusée et il me refuse régulièrement même si j'ai fais un test de séropositivité il est négatif et on me refuse.

Est-ce qu'il y a eu, vous avez parlé d'un accident de voiture, est-ce que quelque chose vous a sensibilisé à ce domaine ?

Non j'ai été transfusée effectivement mais j'ai ma mère qui est donneuse de sang depuis l'âge de 18 ans son travail lui permettait elle travaillait aux PTT donc euh elle avait des heures un temps récupérateur et sur son temps de travail elle était payé en quelque sorte et elle donnait un petit peu toute les semaines régulièrement et une fois par mois elle donnait beaucoup plus elle donnait à la fois des plaquettes enfin ils prélevaient autre chose elle donnait autre chose pour la recherche.

2. ENTRETIEN ANTE S1

Qu'est-ce que vous pouvez me dire de ce qui va être abordé avec les élèves ?

Je me demandais comment j'allais aborder la problématique trouver une entrée alors j'avais regardé dans les manuels y'avait plein d'entrées possibles on pouvait le prendre dans tous les sens donc je vais attaquer lundi par la problématique du sang et de quoi il est composé on va sortir les représentations sur le sang la composition du sang et pourquoi il est rouge et peut être je sais pas pour certains mais je sais qu'il y a des parents à la SNCF et là aussi ils donnent leur sang alors je vais voir pour essayer de faire voir qu'il y a plusieurs choses dans le sang y'a pas qu'une chose donc je vais essayer de récupérer mais j'ai pas eu le temps on va voir le « C'est pas sorcier » sur le sang je voulais mettre un atelier devant la cassette avec un questionnaire et je vais en mettre un autre devant une affiche de don du sang ce qu'on pouvait donner et ainsi de suite et changer les deux groupes après pour voir échanger les informations pour voir après ceux qui avaient lu les informations voilà donc ça après voir l'organe essentiel qu'est-ce qui permet à ce sang d'être véhiculé dans le corps et donc parler du cœur donc lors de la deuxième séance euh ce que j'ai pensé avec ma collègue on en a discuté et tout je vais peut être me filmer à la maison devant le cœur et tout et pour leur montrer leur projeter puisqu'on a l'avantage d'avoir le rétroprojecteur avec

¹¹² Map désigne l'opération « La main à la pâte »

l'ordinateur tout le monde peut regarder peut être pour leur montrer parce que là je me suis dit 21 gamins devant un petit cœur de porc ou de mouton ça va faire beaucoup donc j'avais prévu des ateliers avec ma collègue on a dit pas d'ateliers tout seuls alors j'avais vu l'an dernier au défi sciences ce qu'avait fait la collègue vider avec un verre d'eau les 4,5 litres en une minute ça pouvait être un atelier.

On peut revenir sur la façon dont les élèves apprennent les sciences en classe ? Comment d'une façon générale, comment les élèves apprennent-ils en sciences ?

Alors moi je pense pour avoir fait beaucoup d'expérimentations alors là je trouve que c'est plus facile sur les plantes ou des choses comme ça c'est vrai que l'expérimentation j'ai toujours peur qu'ils se souviennent de l'expérimentation et pas de la conclusion et que de plus en plus d'élèves et c'est pas que cette classe et que de plus en plus d'élèves ne retiennent que ce qu'ils font en agissant et non pas les conclusions qu'on peut en tirer et je pense que la difficulté va être là alors bon c'est vrai que c'est très complexe c'est très difficile de faire des expérimentations euh pour le sang réel enfin sur la circulation sanguine si ce n'est que quelques concepts que j'ai vu avec des tuyaux d'arrosage pour le cœur mais bon c'est un concept qui est très difficile à schématiser... à faire une expérimentation directe sur la circulation sanguine enfin je veux dire et en définitive je trouve que le danger de faire l'expérimentation c'est qu'ils ne retiennent que l'expérimentation et pas autre chose comme moi qui n'ai retenu que de la quatrième que j'ai regardé dans un microscope, et je ne sais même plus ce que j'ai regardé dans le microscope ! Et donc ils sont encore plus que nous dans l'agissement et pas dans la réflexion.

Lundi on démarre la première séance ? Ou ils auront déjà vu quelque chose ?

Non on démarre lundi.

Pouvez-vous lister les contenus qui vont être abordé ?

Alors, (*PI prend sa fiche de préparation*) alors je peux vous dire la trace écrite que je propose pour la fin le sang se compose de plasma liquide incolore de globules rouges je veux pas dire hémoglobine je leur dirai mais de là à le mettre sur la trace écrite de globules blancs et de plaquettes déjà voir que le sang y'a pas, dans le sang c'est pas une chose ça me semble important deuxièmement les globules rouges assurent le transport de l'oxygène bon normalement ils ont vu la respiration l'année dernière donc normalement on devrait pouvoir l'enseigner même si je suis pas sûre que bon les blancs servent à défendre notre organisme il faut quand même l'aborder parce que y'a des enfants qui ont des prises de sang des choses comme ça des enfants de plus en plus allergiques et donc, et qu'on fait des recherches dessus et voir qu'il y a différents vaisseaux sanguins enfin différents noms pour les vaisseaux bon alors en frottant sur le bras on doit voir différents vaisseaux sanguins alors c'est pas évident (*PI frotte avec son doigt droit au niveau du poignet gauche*) difficile on en voit comme ça mais ils disent que si on frotte on voit les vaisseaux effectivement.

Vous prévoyez des difficultés avec les élèves ? Vous anticipez des choses ?

C'est-à-dire je ne les connais pas c'est plutôt une prise de contact parce que comme y'a plus de la moitié de la classe qui sont des nouveaux élèves alors je verrais.

3. ENTRETIEN POST S2 ET ANTE S3

On va revenir sur la fin de la séance n°2...

Que vous avez pas vu

Oui

Alors je les ai repris en début d'après midi et j'ai re-projeté le schéma au tableau du cœur celui qu'ils avaient en polycopié on a essayé de voir les différentes parties du cœur donc retravailler les noms les mots oreillette ventricule voir donc ils m'ont dit y'a des endroits bon ça arrive bon des gros tuyaux alors donc j'ai apporté les mots bon enfin les mots on avait vu artères et veines et que tout ce qui arrivait au cœur ça s'appelait plutôt veines et tout ce qui en repartait s'appelait artère donc tous les enfants on a dit que c'était le muscle ça c'est le muscle donc j'ai dit muscle cardiaque j'ai fait légèrer le dessin par rapport à ce qu'ils me disaient en leur apportant le nom de la veine cave de l'artère aorte de la veine pulmonaire et de l'artère pulmonaire.

Ils n'ont pas eu de problème pour comprendre que ça c'était une coupe ?

Non non y'a pas de problème parce que ça par contre ils ont l'habitude d'avoir des coupes par exemple en électricité sur le schéma de la lampe de l'ampoule électrique donc ils ont l'habitude de la coupe ça ça leur pose pas de problème voilà et en plus j'ai coupé mon cœur en deux le petit cœur que j'avais rapporté pour leur montrer que... bien que l'oreillette est coupée elles ont pas cette forme là donc sur le dessus c'est vrai qu'il manque un petit peu là ...

D'accord. Ça était fait lundi après midi. On parle de la 3^{ème} séance ?

Je voudrais faire apparaître la double circulation.

D'accord. Quelle est l'architecture globale de la séance ? Comment ça va fonctionner ? Qu'est-ce qui va se passer ? Est-ce que c'est en classe entière ? Ou y aura-t-il des groupes ?

Ça va fonctionner...on va repartir...d'un rappel parce que j'ai insisté sur la cloison là et que ça pouvait pas passer entre les deux donc à l'intérieur du cœur y'a un sens de circulation on va partir de ça et aussi on va voir un petit peu leurs expériences parce qu'on a pas du tout reparlé des expériences qu'ils avaient fait le seau d'eau et tout ça¹¹³ si le cœur éjecte le sang ces 4 l et demi de sang ils vont où donc pour partir et après je pense les mettre par groupes de 4 et une grande feuille alors ils auront une silhouette à dessiner et essayer de me faire voir la schématisation de la circulation du sang quelle schématisation

Dans le cœur ou dans le corps ?

Dans le corps.

Ils auront un support ? Y'a quelque chose que j'ai pas compris...

Ils auront du papier et ils devront essayer de trouver de réfléchir de voir par rapport à ce qu'on avait déjà vu donc cette circulation du sang qui se fait pas bon à l'intérieur du cœur elle se fait bien mais elle se fait dans un sens unique euh rappeler que ça allait aussi aux poumons matérialiser les poumons et voir comment ça peut passer et essayer d'aboutir à un schéma et ensuite soit en confrontant tu vois moi j'ai fait ça et toi tu as fait ça.

Donc là ils seront dans la classe, y'aura pas de groupes séparés ?

Non, ils seront dans la classe.

J'ai compris qu'il y aurait une reprise des travaux qui ont été menés lundi dernier,

¹¹³ Expériences faites pendant la séance 2. Un groupe devait transvaser 4,5 l d'eau d'une bassine dans une autre à l'aide d'une tasse. Un groupe devait prendre sa tension à l'aide d'un stéthoscope et d'un brassard avec l'aide de l'éducateur affecté à la classe.

notamment le passage de l'eau ; est-ce que vous avez eu un retour des élèves sur ce qui s'est passé là, qu'est-ce qu'ils ont compris ?

Non c'est justement qu'il faut que je commence par ça parce que j'ai pas eu le temps du tout parce que ma collègue veut bien que je lui prenne sa classe mais pas trop longtemps non plus j'ai juste eu le temps de d'aborder le schéma et pas du tout de parler des expériences.

Donc ça sera fait en début de séance ?

Oui ça me permettra de justement de dire si le cœur fait partir le sang il le fait partir où est-ce que vous pouvez me matérialiser son chemin et voilà.

D'accord. Là, y'a des travaux de groupes qui seront vraisemblablement des travaux de recherche. Euh, vous cherchez à les faire travailler sur quoi précisément, là ?

C'est-à-dire que après ce qu'on a déjà vu on va essayer de se servir de ça euh bon ils se souviennent plus de la respiration hum ça ça m'a fait très plaisir ! Donc quand on travaille et que bon ...

Vous voulez faire une synthèse alors ?

Non pas une synthèse carrément parce qu'il y a quand même quelque chose à découvrir par exemple les deux circulations à découvrir mais peut être que et je veux dire que les enfants ils sont pas non plus euh vides de toute pensée de tout savoir hein ils peuvent avoir y'en a un qui a commencé à me dire heu lundi quand on a fait ça il dit oui ben ça circule pas parce que d'un côté ça va d'un côté et puis de l'autre il faut bien qu'il se fasse nettoyer donc ils ont une idée de cette double circulation il faudrait la faire émerger.

Alors c'est plutôt un travail de recherche qui va faire émerger des choses chez les élèves ?

C'est plus un travail de confrontation par rapport aux idées qu'ils avaient et après je vais amener l'ordinateur avec le logiciel sur... le cœur là le cœur 2 mais le problème que j'ai c'est que je peux le lire qu'à un ordinateur nous on peut pas télécharger on n'est pas administrateur alors je l'ai sur ma clé mais donc que sur un.

Quelle est la fonction de ce logiciel par rapport aux activités de groupes, de recherche avant ?

Là ça serait apporter un modèle là on voit comment le cœur bat donc la propulsion du sang dans le cœur et on voit la propulsion du sang dans le corps.

Alors le logiciel il sert à voir des choses ? Ou faire articuler des éléments qu'ils n'auraient pas avec le travail de recherche précédent ?

Y'a les deux choses y'a une chose où il montre plus puisque il va plus loin que la coupe du cœur en lui-même parce qu'on l'a pas vu fonctionner avec le sang et deux à synthétiser enfin à expliquer certaines choses qu'on ne peut expliquer que par ...euh que par ce qu'on avait fait

Donc c'est quelque chose de complémentaire ?

Oui de complémentaire aussi à leur confrontation pour voir euh pour leur donner un coup de pouce pour aller plus loin dans alors bien sûr ils auront un cahier des charges en rappelant tout ce qu'on avait vu pour savoir euh tout ce qu'on a vu tout ce qu'on a dit que le cœur il était cloisonné donc ça pouvait pas passer de droite à gauche on a vu que le sang d'un côté le sang il arrivait et de l'autre il repartait et que ce sang il fallait qu'il soit nettoyé ils me l'ont dit alors je me suis servi de ça et tous ces apports-là je

vais les rappeler en début de séance pour qu'après ils essayent de construire une schématisation de la circulation du sang.

Donc en début de séance, c'est poser un petit peu les différents éléments qui auront été vu dans les séances précédentes et essayer de les mettre en lien, c'est ça l'idée ?

Voilà et les mettre en lien donc on a vu que du coup le sang il fallait qu'il soit nettoyé et que pour le nettoyer il faut qu'il passe par les poumons parce que ça ils me l'ont bien dit en début d'après midi il faut qu'il rejette son alors ils se souviennent plus du tout des alvéoles pulmonaires et tout ça mais ils se souviennent quand même qu'il faut qu'il passe par les poumons pour être nettoyé et ils ont vu qu'ensuite il revenait là parce que ça s'appelle veines pulmonaires que il revenait quand même au cœur quand il avait été nettoyé donc voilà.

Est-ce qu'à ce stade ils sont capables de construire, tout, une partie, quoi ? Qu'est-ce qui risque de faire problème lundi ?

Euh certains sont capables parce qu'ils m'ont expliqué enfin, j'ai senti enfin je l'ai entendu dans ce qu'ils m'ont dit certains y'en a un qui m'a dit il faut de l'énergie ça va dans tous nos muscles donc je pense que le départ du cœur c'est le cœur qui propulse il va dans les muscles de là à ce que ça revienne au cœur, je pense que le retour au cœur avant les poumons c'est ça qui va qui risque poser problème

Et alors pour dépasser ce problème-la, qu'est-ce que vous seriez tentée d'apporter ?

Je serai tentée d'apporter le savoir je suis tentée d'apporter le savoir pour plusieurs raisons parce que j'ai beau essayer de trouver j'arrive pas à faire à faire une modélisation je compte sur le logiciel pour faire une modélisation et vraiment leur apporter un savoir qu'ils n'ont pas, que peut être ils vont pas construire

Donc vous voulez leur faire construire des choses et y'a un moment donné où le rôle du logiciel c'est d'apporter...

Voilà ou moi si vraiment ils comprennent pas un apport.

A ce stade, vous pourriez me dire les enfants qui selon vous ont compris des éléments assez importants pour bâtir la circulation du sang et des élèves chez qui ça sera plus difficile ?

Alors les enfants qui auront compris je pense Jean Maud Etie Chri a une vague idée et Pati Muis peut être ceux qui n'ont pas compris du tout Ente Laur non plus John Acam mais je peux me tromper j'espère me tromper

Et tous les autres ?

Ils ont des éléments ils sont moyens disons Eric il avait l'air très intéressé mais je le connais moins ça fait un mois qu'il est dans l'école seulement j'ai du mal à cerner sa personnalité

Est-ce qu'il y a des enfants qui ont des soucis de latéralisation ? Muis par exemple ?

Non mais Chri est dyslexique Muis non non il a un problème de comportement par rapport à d'autres apprentissages mais là je trouve qu'il s'est bien tenu au contraire il avait l'air très intéressé

Que penser d'Elio ? Acam ?

Elio est un bon élève je l'ai pas cité parce qu'il est très effacé il fait aucune remarque il essaie pas de participer il est très effacé Jean a un poil dans la main mais énormément de capacités il est pas aidé à la maison pas beaucoup de culture à la maison Acam ne comprend rien d'une façon générale John aussi comme Acam

d'ailleurs ils partent tous les deux en SEGPA l'an prochain Laur j'ai pas eu l'impression qu'elle s'intéressait à ce qu'on faisait sur la séance de recherche documentaire elle a pas cherché à travailler à lire même le document que j'avais donné rien du tout elle me disait « personne veut travailler avec moi » elle a pas cherché une explication elle a passé son temps à discuter avec la voisine Ente c'est le gros bébé je m'éparpille partout je suis dans l'amusement Geis elle a rien dit du tout mais je suis persuadée qu'elle a écouté qu'elle a pris des choses parce qu'elle est très ouverte enfin elle elle est comme ça elle est arrivée depuis 15 jours voilà mais je crois qu'elle est très très ouverte parce qu'en définitive quand on a fait le cœur elle a fait des remarques très très sensées justement sur le cœur elle m'a dit y'a une cloison donc ça passera pas d'un côté à l'autre du cœur et Muis je trouvais que c'était très bien ce qu'il m'a dit et je suis épatée ! Car mes collègues disent que c'est très difficile de l'intéresser à quelque chose c'est un bon élève hein mais c'est difficile de l'intéresser à quelque chose et j'étais contente parce que là il a modélisé enfin il a fait un modèle de ... de la cloison comme si quand on est dans la salle du milieu pour sortir pour aller dans la salle des CP /CE1 il fallait passer dans le couloir.

4. ENTRETIEN POST S3

Alors moi je voudrais juste qu'on fasse un débriefing à chaud de la séance. Est-ce que c'est très différent de ce qui était prévu ?

Prévu oui à part qu'on n'a pas eu le temps de finir mais bon à partir du moment où on a fait du travail de groupes c'est normal on sait pas trop quand ça va finir

C'est à peu près comme prévu, donc ?

A peu près comme je l'espérais

Donc les groupes ont à peu près les informations pour comprendre la circulation sanguine

J'ai même été très très étonnée

Bon là s'il y a une suite ça sera quoi et quand ?

Alors il y aura une suite forcément parce qu'il faut qu'on arrive au schéma de la double circulation et que je le donne et puis je pense lundi prochain on fera le bilan et puis j'ai pas grand-chose à apporter j'ai les deux couleurs pour le sang si la seule chose que je voudrais leur apporter c'est que ça va pas qu'aux muscles parce que certains m'ont dit ça va pas à la tête notamment Muis il me dit y en a dans la tête ? Si tu tombes est-ce qu'il y a du sang ? C'est pour ça que j'ai prévu de leur donner le schéma à légèrer celui que je vous avais montré sur ça (*montre le livre, manuel Hachette, cycle 3*) et on mettra les couleurs

On peut parler de la constitution des groupes ?

Oui j'ai mis un fort un moyen enfin ce que je croyais car en définitive j'ai été surprise un fort un moyen un faible et puis j'ai complété c'est à dire que quand le fort il est pas capable de s'imposer je mets un moyen-bon entre guillemets par exemple je savais que Pati elle pourrait pas s'imposer toute seule d'où Muis et en fait c'est John qui a avancé dans le groupe avec Hugo c'était Hugo le leader et après y'avait Moha

Et Tien, il était quoi ?

Et beh Tien tout compte fait alors moi je le jugeais pas très concerné par le problème et c'est lui qui a fait avancer à un moment le groupe et après les autres ont rebondi mais il voulait pas le dire parce que à un moment donné ils n'avaient pas mis les

poumons du tout et il a dit mais ça va alors y'a Hugo qui disait non mais je lui ai dit allez tu as le droit en définitive, j'ai l'impression à part 2 ou 3 Acam je ne me faisais pas d'illusion Laur non plus là je m'étais pas trompé non plus par contre les autres non pas que je pensais qu'ils n'allaient pas savoir faire mais je pensais pas qu'ils auraient vus comme ça et John est tellement inhibé qu'on a toujours l'impression qu'il comprend rien de ce qu'on fait et pourtant je l'ai poussé si vas-y dis ce que t'as à dire mais c'est dommage parce que tout compte fait c'est lui qui a trouvé le bon parcours et les deux circuits ainsi de suite mais il est très inhibé très dévalorisé et du coup il se comporte comme un enfant qui comprend rien.

5. ENTRETIEN POST PROTOCOLE

On peut revenir sur le pourquoi du choix des constituants du sang ?

Parce qu'on était parti de la respiration qu'ils avaient fait en CE2 l'oxygène est transporté par le sang

Et les différents constituants du sang, les globules blancs par ex ?

Dans ma classe j'avais fini par le don du sang qu'est-ce qu'on pouvait donner on pouvait donner du sang globalement mais on pouvait donner aussi que certaines choses et pas d'autres

Donc c'est plus dans une visée de savoir ce qu'on peut faire avec le sang

Quand il y avait des campagnes de vaccination on pouvait comprendre comment fonctionnait un vaccin et voir le rôle des globules blancs normalement ils auraient pu expliquer ça mais bon expliquer qu'on donnait un peu de la maladie et qu'on développait des éléments qui permettaient de se défendre pour moi c'est important de savoir qu'il n'y a pas que des globules rouges même si ça sert pas directement pour la circulation du sang

Donc ça correspond à une vision globale du sang mais pas forcément lié à la circulation du sang

Non

Comment ont été faits les groupes en S1 ?

Ceux qui se tiennent correctement sont allés voir la cassette alors y'en avait qui pouvait pas aller ensemble aussi sinon c'est pas le bazar mais ils écoutent moins et puis y'avait ceux qui étaient bons en lecture pour obtenir des résultats quand même et puis y'en a qui avaient besoin de voir des documents autres que ceux qu'on voit en lecture qu'ils lisent d'autres documents d'autres types d'écrits.

Nous visionnons ensuite quelques extraits de séances, à l'ordinateur. Voici quelques remarques de P1.

-A propos de la séance S2 dont on visionne quelques extraits...

Ils ont retenu qu'on avait travaillé sur la circulation du sang et ça ça m'a étonné la S2 est la meilleure

On a besoin de la circulation du sang il faut comprendre à quoi ça sert là j'essaie de garder les informations fondamentales pour la circulation du sang donc pas les globules blancs je sélectionne.

Ils reviennent plus sur la séance S2 j'aurais du inter changer les groupes pour les faire verbaliser sur les expériences mais le plus important était le cœur pour comprendre

comment ça circule pour la circulation sanguine les ateliers étaient faits pour montrer le rôle de pompe du cœur que c'est un muscle et les 4,5 litres d'eau donc le sang qu'il fallait sortir mais j'ai pas pu donc je les questionne plus sur le cœur forcément Albe a tenu son rôle de parent je pouvais pas lui demander plus.

Chri il est obligé de se tourner comme la télévision pour me montrer.

Y'en a qui pensaient qu'il y avait une veine qui traversait le cœur on leur donne des schémas mais quand ils ont une idée en tête...

Le cœur fait 4 litres mais 4 litres de quoi ? L'interprétation...enfin, j'ai loupé une étape de l'interprétation la balle de tennis là aussi c'était une schématisation de cœur et ça ils l'ont pas vu ils ont pas été jusqu'à la comparaison jusqu'à la fin.

-A propos de la séance S3 dont on visionne quelques extraits relatifs aux travaux de groupes

Emos est quelqu'un qui peut être très scolaire elle peut être un élément modérateur dans un groupe pour elle la parole du maître a une certaine valeur alors si j'avais du faire passer quelque chose c'était par elle.

Muis il est bon et il prend la parole Pati aussi mais elle défend pas forcément ses idées Emos elle peut modérer calmer s'il y a des tensions John lui il est sans arrêt rabaisé dans sa famille il a trois grandes sœurs qui sont très bonnes à l'école Muis et Pati ils sont bons camarades ils vont pas l'enfoncer Hugo lui il se gêne pas pour dire à John s'il est pas bon il serait moins bon camarade.

Pour eux, c'est difficile de représenter que ça part du cœur et que c'est ramifié c'est compliqué j'aurais dû insister sur le fait que c'est comme un arbre ça se ramifie comme les branches d'un arbre ça part en étoile il faut plusieurs chemins ils dessinent plusieurs traits qui partent du cœur ils ont fait une étoile et du coup y'a plus de circuit ça part en étoile donc ça fait pas un circuit et eux plus que les autres Muis il avait une idée plus précise des ramifications mais ils n'arrivent pas à représenter comme une branche d'arbre.

Emos n'avance pas ses propres idées ; elle applique. C'est toujours la secrétaire dans les travaux de groupes.

On aurait du travailler sur le rythme cardiaque parce que ça fonctionne pas leur modèle avec le rythme cardiaque car pour eux y'a un moment où le cœur s'arrête pour nettoyer le sang !

Y'a des pré requis qui sont très importants pour la circulation sanguine. Donc la digestion est plus simple à comprendre : ça entre et ça sort.

La mise en commun est pas simple les groupes n'étaient pas concentrés pour écouter les autres car ils avaient envie de continuer leur travail de groupe. C'est pour ça.

J'ai pas utilisé Etie, car sur le plan médical, je m'interdis de faire ça. Mais pas sur les sujets sur la maladie, si c'est leur hobby oui, mais pas là.

CHAPITRE 2. LES TRANSCRIPTIONS DES SÉANCES

1. TRANSCRIPTION DE S1

Jeu 0. Pré-test des élèves sur la circulation du sang (travail écrit de la minute 0 à 9) et rappels des années passées. Minute 9 à 12. Tdp 1 à 21. (Durée 12 mn)

1. P1 :--Alors de quoi parlons-nous
2. E : du corps humain
3. P1 :-- (*P1 reprend à haute voix, en les listant, les réponses des élèves*) Alors on va parler du corps humain, du sang, des os, des veines, de nos organes, du foie, de l'oxygène, du cœur, des reins, des poumons, du sang on l'a déjà dit ENTE, des muscles alors dans le questionnaire auquel vous avez répondu vous avez vu tout ça
4. E, *plusieurs réponses d'élèves* : non, le cœur, le sang et le dioxygène
5. P1 :-- alors ça le di oxygène c'est un bon mot qui vous a bien fait peur (*de même, P1 reprend à haute voix, en les listant, les réponses des élèves*) le dioxyde de carbone, le dioxygène, ah ! C'est un mot je sais pas ce que ça veut dire, les muscles, les os, l'oxygène donc on va plus précisément parler du corps humain ça c'est sûr mais on peut pas parler tous les ans de tout dans le corps humain la respiration on a fait ça quand vous vous en souvenez ceux qui étaient avec moi
6. Pati : ah ! oui avec le pouls on chronométrait le nombre de pulsations à la minute
7. E : oui on courait
8. P1 :-- oui mais c'était pas ma question là qu'est-ce que je vous avais demandé de faire votre respiration ? là, on était en début d'année on était en sport on travaillait l'endurance et qu'est-ce que je vous avais demandé de faire
9. CHRI : dès qu'on avait fini de courir on devait mettre notre main sur notre cœur et compter les battements
10. P1 :-- tu devais mettre la main sur ton cœur
11. PATI : ...devait courir à petites foulées pour enlever...je sais plus trop quoi...
12. P1 :-- oui mais qu'est-ce que je vous avais demandé de faire après avoir couru ? la main sur le cœur ?
13. E : non ah ! non la main sur le pouls...*inaudible*
14. P1 :-- non pas le pouls justement
15. P1 :-- et alors qu'est-ce que vous avez entendu justement
16. E : le pouls et les battements
17. P1 :-- oui je sais DANI, tu n'étais pas encore arrivé dans l'école mais on peut pas faire comme ... abstraction, alors tu écoutes et ...GEIS non plus elle était pas là donc voilà elle l'a pas fait non plus mais la question que je vous avais posé, j'avais posé la question pour ceux qui étaient avec moi les autres années quand avons-nous vu la respiration ?
18. E : euh le défi sciences...
19. P1 :-- mais le défi science c'est pas moi qui vous l'avais fait le défi sciences la respiration on l'a vu y'a 2 ans alors ceux qui sont en CM2 ils l'ont vu avec moi en CE2
20. E : ah beh je m'en rappelle plus

Jeu n°1. Dire ses connaissances préalables sur le sang. Minute 12 à 17. Tdp 21 à 52. (Durée 5 mn)

Minute 12

21. P1 :-- bon beh voilà bien alors la respiration on va pas la retravailler vous savez qu'on a un programme alors on change tous les trois ans enfin la première année on fait quelque chose l'année suivante autre chose et cette année on va étudier le sang et la circulation sanguine alors à votre avis qu'est-ce que le sang
22. MAUD : le sang c'est ce qui sert à faire marcher le corps
23. E : c'est ce qui transporte l'oxygène
24. E : pour faire vivre
25. E : pour nous tenir en vie
26. PATI : pour euh, comment on dit, pas pour nous alimenter mais pour nous débarrasser de ... déchets
27. P1 :-- pour nous débarrasser des déchets comme une poubelle ?
28. PATI : ben pas comme une poubelle
29. MUIS : c'est ce qui sert à faire marcher le cœur
30. E : le sang c'est que qui sert à faire la croûte
31. P1 :-- ah oui quand on tombe c'est le sang qui fait la croûte
32. E : oui ça durcit et ça fait une croûte
33. E : ça sèche ça coagule
34. P1 :-- ah ! bien ça coagule coagulation coaguler c'est quand le sang devient ...
35. E : dur
36. P1 :-- alors ça veut dire que d'habitude le sang il est comment
37. E : liquide
38. P1 :-- vous êtes tous tombé qu'est-ce qui se passe quand on tombe
39. E : on saigne
40. P1 :-- qu'est-ce que ça veut dire on saigne
41. E : le sang s'évacue
42. P1 :-- le sang s'évacue d'où
43. E : des vaisseaux de nos veines
44. E : de notre corps
45. MUIS : de nos fissures
46. P1 :-- oui, mais qu'est-ce qui est fissuré
47. E : les vaisseaux, notre peau, les veines

Minute 14.

Définition des 2 jeux (j2) et (j2') par P1. Minute 14 à 17. Tdp 48 à 52

48. P1 :-- alors ce que je vous propose ce matin c'est d'éclairer voyez on a **vous** connaissez des choses et j'en suis tout à fait consciente y'a d'autres choses qu'on va découvrir alors je vous propose de travailler en deux groupes y'a un groupe qui va aller travailler avec Stéphanie sur une cassette avec un questionnaire auquel il faudra répondre et eux travailleront plutôt sur de quoi est constitué le sang, après on échangera ce que les autres ont vu, ils vont vous expliquer et vous vous expliquerez ce que vous avez vu et puis y'a un groupe ici qui va travailler avec moi ici bon c'est comme ça c'est moins amusant oui bon ça va vous allez travailler sur par contre les différentes façons de conduire le sang qu'est-ce qui dans notre organisme les veines les vaisseaux sanguins on va voir les différents.... Alors c'est moi qui choisis et je choisis pas n'importe comment je vous connais assez bien pour certains alors y'en a qui vont aller dans la salle parce que je sais qu'ils sont capables de bien se tenir et de bien écouter et de pas faire de bêtise et y'a les autres qui resteront avec moi je suis désolée c'est pas une punition non plus
49. E : bah c'est bien !

50. P1 :-- alors j'avais prévu de travailler avec internet mais internet marche pas ce matin, le wifi marche pas ce matin c'est pas grave j'ai apporté des livres on peut très bien chercher dans les livres par groupes ceux qui restent là ils chercheront par groupes on va travailler ensemble et tout ... ceux qui vont aller dans la salle du milieu pour aller voir la cassette de « C'est pas sorcier » sur le don du sang,
51. E : cool !
52. P1 :-- vous aurez un questionnaire auquel il faudra répondre en même temps que vous visionnez la cassette ce qui n'est pas évident non plus mais c'est bien que vous vous entraîniez aussi parce qu'au collège on vous demandera ça pas forcément tout le temps mais de temps en temps c'est aussi un entraînement donc on y va on prend un crayon à papier pour pouvoir noter ah ! Sachez que nous qui restons ici nous attendons des réponses précises pour pouvoir apprendre nous aussi sur les constituants du sang

Minute 17

(constitution des groupes. Groupe A avec P1 (ETIE et ELIE, DANI, GEIS, MUIS, SARA, LAUR, ENTE, JEAN, ERIC, TIEN). Groupe B avec EVS Stéphanie (EMOS, MAUD, CHRI, PIER, PATI, ACAM, MOHA, HUGO, ELIO, JOHN). *Désormais, la caméra ne suit que le groupe qui est avec P1*

Jeu n°2: Répondre à un questionnaire sur les différents vaisseaux sanguins (artère, veine, capillaires), à l'aide de documents. Minute 18 à 47. Tdp 53 à 138. (Durée 29 mn)

Jeu n°2' : Lister les constituants du sang : GR, GB, plaquettes..., en visionnant un film. (Durée identique, demi-classe non filmée)

53. P1 :-- donc on va mettre MUIS, SARA, ETIE, SARA, JEAN, JOHN et GEIS on va avoir un petit questionnaire comme eux mais nous sur qu'est-ce qui transporte le sang et on va aller voir dans différents livres pour essayer de répondre alors vous avez un petit questionnaire et vous vous mettez par groupes une feuille chacun mais vous répondez ensemble vous allez avoir la même réponse dans le groupe

Distribution des feuilles

Minute 19

54. P1 :-- alors si je regarde les questions que je vous ai données la première n'est pas une question mais une observation je vais vous demander de la faire avec moi parce que je veux contrôler que vous appuyez pas trop fort votre main qu'est-ce qu'il faut faire en premier ETIE ? ah, il est en train de réfléchir où est ma main droite où est ma main gauche
55. ETIE : ...*inaudible*...le sang qui devient violet...les vaisseaux
56. P1 :-- qu'est-ce que ça fait apparaître
57. E : les veines
58. P1 :-- mais, est-ce qu'elles ont toutes la même taille la même dimension
59. ETIE : je vois pas
60. P1 :-- il faut que tu serres le poignet avec ta main mais pas trop non plus sinon ça fait un garrot et tu observes le dessus de ta main si vous pouvez pas l'observer sur vous vous pouvez observer sur le copain et que voyez-vous
61. E : y' a des veines qui deviennent un peu bleu
62. DANI : moi je sais pourquoi ça fait ça parce que le sang il arrête et là elles deviennent plus épaisses plus larges
63. P1 :-- oui mais qu'est-ce que vous observez ? Vous notez ce que vous voyez ce que vous ressentez
64. E : comment ça s'écrit les veines
65. P1 :-- v,e, i

66. MUIS : est-ce que on peut expliquer.....*inaudible*
 67. P1 :--.....*inaudible*... là c'est pas pareil tu expliques pas tu observes expliquer ça serait dire pourquoi il devient violet tu comprends la différence mais c'est pas ce que je te demande je te demande d'observer
 68. E : maîtresse on peut continuer les questions ?

Minute 23

69. P1 :-- Alors, vous avez des livres là vous pouvez venir chercher y'a différents livres y'a pas forcément... vous travaillez à la BFM¹¹⁴ sur la recherche documentaire avec maîtresse vous devez être capables de chercher dans un livre on essaye de trouver ce que l'on cherche vous avez lu les questions, on vous a demandé des questions précises

Les élèves se déplacent auprès des livres

70. P1 :-- qu'est-ce qu'on vous demande attention il faut pas tout lire vous avez travaillé la recherche documentaire comment vous avez fait
 71. LAUR: on a regardé le sommaire les sciences
 72. P1 :-- ah ! vous avez regardé sur sommaire
 73. E : oui sur sciences
 74. P1 :-- oui mais les sciences c'est que le sang et les vaisseaux sanguins ?
 75. DANI : des fois c'est à la fin ! Ah ! J'ai trouvé c'est le corps humain et l'éducation à la santé
 76. CHRI : c'est dans le cœur et la circulation du sang
 77. E : moi c'est le sang et le cœur

Minute 25 *Les élèves sont autour des livres disposés sur une table, DANI relit à haute voix la consigne*

78. DANI : « cherche dans les livres de Sciences des images de vaisseaux sanguins. A l'aide des échelles que tu trouveras, évalue le diamètre des différents vaisseaux. »
 79. P1 :-- DANI est en train de vous lire la question que l'on vous pose vous êtes toujours dans l'action avant la réflexion encore une fois vous avez agit avant de réfléchir qu'est-ce qu'on vous demande de chercher ? Si vous avez des choses sur les vaisseaux sanguins et sur les tailles des vaisseaux sanguins.
 80. E :..... *inaudible*
 81. P1 :-- oui mais vous avez un questionnaire auquel il faut répondre et ce questionnaire à la fin il va falloir le présenter aux autres

Les élèves recherchent dans les livres

Minute 27

82. P1 :-- alors, cette question ?
 83. ETIE: y'en a des plus petits y'en a des plus gros
 84. P1 :-- oui mais ça me donne pas d'informations sur la taille
 85. E : c'est quoi « émettre des hypothèses sur les différentes tailles » ?
 86. P1 :-- eh bien si y'a des différentes tailles à quoi ça sert
 87. E : ben là ils ont pas les mêmes tailles
 88. P1 :-- eh bien, oui mais pourquoi essaye trouve pourquoi ils ont pas la même taille essaye d'émettre des hypothèses
 89. E : c'est des solutions
 90. P1 :-- non des hypothèses : ils ont des tailles différentes, parce que ... c'est une hypothèse tu n'es pas sûr de la réponse c'est pas ce que je te demande de savoir

¹¹⁴ Bibliothèque Francophone Multimédia de la ville.

Minute 28

Les recherches se poursuivent

Minute 32

91. P1 :-- regardez peut être sur la feuille je vous ai mis un document qui peut vous aider

Minute 33

92. P1 :-- bon, je pense que dans ce groupe qui rit beaucoup à part confondre la distance parcourue par le sang dans les artères et le diamètre de cette artère... *P1 tourne les pages du livre pour pointer des éléments susceptibles de donner des indications*
93. P1 :-- bon, on avance pour pouvoir dire aux autres
94. E : aujourd'hui, là ?
95. P1 :-- oui
96. E : sur le dictionnaire aussi on peut ?
97. P1 :-- oui on peut

DANI a trouvé, sur le document-fiche de travail, le diamètre des vaisseaux et appelle la maîtresse pour le lui dire et lire les informations pertinentes du document. Il recopie les informations sur sa fiche (diamètre veine : environ 1 cm, diamètre artère : environ 2 cm, diamètre capillaire : 1/100 mm)

Minute 38.

98. P1 :-- à quoi ça sert d'avoir des tailles différentes pourquoi y'a des petits tuyaux des tout tout petits et des plus gros à quoi ça sert à ton avis je te demande d'émettre une hypothèse je te dis pas que c'est juste pourquoi y'a des tuyaux de différents diamètres
99. E : ...

Suite des travaux de recherche

Minute 40

100. P1 :-- bon, on va se remettre ensemble parce que je me rends compte qu'il y a plein de choses que vous ne savez plus sur la respiration et tout ça on se remet à sa place et on va regarder ensemble les différentes questions celles auxquelles vous avez répondu ou pas je m'aperçois qu'il y a plein de choses que vous avez oublié dont vous ne vous souvenez plus chut je peux récupérer mes livres ? *Les élèves se remettent à leur place. Chut, bon*

Les élèves du groupe « Film C'est pas sorcier », avec EVS, entrent dans la classe. À l'adresse des élèves qui rentraient dans la classe :

101. P1 :-- alors comme je vois qu'il y a des soucis de compréhension par rapport au questionnaire je vais être obligée de reprendre avec eux le questionnaire y'en a qui ont eu énormément de mal alors vous dites à Syéphanie dans 4 minutes hein à tout à l'heure vous pouvez continuer à visionner la cassette pendant 4 minutes merci
102. P (à l'adresse du groupe de la classe): bon alors première chose quand vous avez fait apparaître vos veines sur le dessus de la main euh vos vaisseaux sanguins pardon qu'est-ce que vous avez vu, que y'en avait plusieurs et que y'en a des plus grosses que d'autres. Bon, après on vous demandait « *Cherche dans les livres de sciences des images de vaisseaux sanguins. A l'aide des échelles que tu trouveras, évalue le diamètre des différents vaisseaux. Note-les sur la ligne* ». Bon alors, y'en a qui ont trouvé toi par exemple
103. ETIE : euh, l'artère et les capillaires
104. P1 :-- quel est le plus gros des deux
105. E : l'artère

106. P1 :-- et le diamètre...
107. ETIE : environ 2 cm
108. P1 :-- et le capillaire sanguin
109. E : 1 sur 100 cm
- Minute 44**
110. P1 :-- un centième de millimètre alors, on vous demandait quelles hypothèses pouvez-vous dire sur le fait qu'il y ait des diamètres différents DANI
111. DANI : ...
112. P1 :-- bon vous imaginez une artère ou un capillaire sanguin c'est un tuyau où passe le sang plus le tuyau est gros, plus le sang ...
113. E : plus le sang il va vite
114. P1 :-- plus le tuyau est petit moins le sang va aller vite
115. P1 :-- donc à votre avis où on a besoin de vitesse et où on a moins besoin de vitesse
116. E : on a besoin de vitesse au cœur
117. ETIE : non dans les membres
118. P1 :-- alors pourquoi on a besoin dans les membres
119. ETIE: pour les faire bouger pour donner de l'alimentation aux muscles pour les faire bouger
120. P1 :-- donc il nous faut les vaisseaux sanguins les plus gros qui arrivent ...
121. ETIE : dans les muscles pour vite réagir pour bouger les bras et dans les jambes
122. P1 :-- tu m'as dit le sang il apporte de l'alimentation de l'énergie aux muscles donc tu as besoin de vaisseaux les plus gros pour aller...
123. E : aux muscles
124. P1 :-- bon, vous êtes d'accord avec ça
125. ERIC : non
126. P1 :-- mais ça me dit pas pourquoi tu n'es pas d'accord c'est parce ce que c'est ETIE qui a dit ça ? Bon on court nos muscles sont en action
127. E : le cœur bat plus vite
128. P1 :-- pourquoi il bat plus vite d'ailleurs
129. ETIE : pasqu'on a besoin de plus d'énergie
130. P1 :-- qui utilise plus d'énergie ?
131. ETIE : les membres, nos muscles

Minute 47

132. JOHN : et même quand tu t'énerves et que après tu as arrêté de t'énerver
...inaudible
133. P1 :-- il faut de l'oxygène dans les muscles donc on va avoir besoin d'un tuyau qui va conduire le sang... ?
134. E : plus vite
135. P1 :-- quel est ce tuyau qui va conduire le sang plus vite
136. E : artères
137. E : capillaires
138. P1 :-- artère !

Minute 48 *Les élèves de l'autre groupe entrent en classe*

Jeu n°3. Restituer les recherches des groupes 1 et 2. Minute 48 à 58. Tdp 139 à 189. (Durée 10 mn)

139. P1 :-- à l'adresse de tous maintenant. Alors on a eu un petit problème avec le sang les vaisseaux sanguins parce que y'avait des pré-requis qui n'étaient plus là il a fallu tout aller chercher alors vous vous allez nous exposer ce que vous

- avez appris sur la composition sanguine qu'est-ce qu'il y a dans le sang et nous on essayera de trouver quelqu'un pour nous expliquer les différents noms des vaisseaux sanguins
140. PATI : y'a des globules blancs des globules rouges des sels des anticorps des hormones du plasma des plaquettes et du sucre
141. P1 :-- et ça c'est quoi
142. PATI : les différents constituants du sang
- P1 écrit au tableau en même temps*
143. P1 : c'est quoi les plaquettes
144. PIER : c'est quelque chose qui participe à la coagulation du sang
145. PATI : ça bouche un petit trou pour arrêter de saigner
146. P1 :-- ensuite PATI
147. PATI : plasma
148. P1 :-- c'est quoi le plasma
149. E : un liquide jaune
150. P1 :-- tiens le sang c'est jaune
151. E : non
152. P1 :-- c'est de quelle couleur le sang ERIC
153. ERIC : rouge
154. P1 :-- et quel est le constituant du sang qui donne la couleur rouge
155. E : les globules rouges
156. P1 :-- et vous avez vu que le mot globule rouge
157. E : globules blancs
158. P1 :-- alors ils servent à quoi les globules rouges
159. PATI : à transporter l'oxygène
160. P1 :-- c'est celui-là qui va nous importer dans le sang pour la circulation du sang.
161. CHRI : ça sert aussi à se débarrasser du dioxyde de carbone les globules rouges
162. P1 :-- d'accord quoi d'autre
163. E : des hormones
164. E : des anticorps
165. P1 :-- qu'est-ce que c'est anticorps qu'est-ce que c'est globule blanc MOHA je t'écoute
166. MOHA : les globules blancs nous aident à nous débarrasser des maladies
167. E : des sels minéraux
168. E : du sucre
169. PATI : le sang il a besoin de sucre et il l'élimine quand il en a trop ou il le garde
170. P1 :-- et il le garde pour quoi faire ah ! ETIE a une réponse toute faite
171. ETIE : nos muscles ont besoin d'énergie
172. P1 :-- alors ETIE nous a fait un petit résumé de à quoi servait le sang et pourquoi alors tu peux expliquer aux autres
173. ETIE : y'a des vaisseaux sanguins qui sont plus gros que d'autres et ceux où ça va plus vite c'est les artères
174. P1 :-- moi je veux que tu leur ré expliques par rapport à ce qu'il y a dans le sang tu nous as dit que quand on courait, quand on faisait un effort
175. ETIE : le cœur bat plus vite parce que nos muscles ont besoin d'énergie
176. P1 :-- et l'énergie, on va en trouver où ?
177. ETIE : dans le sang

178. P1 :-- alors du sucre qui va donner de l'énergie et puis quoi d'autre
 179. E : du dioxygène
 180. P1 :-- SARA et puis GEIS ont travaillé sur les vitesses par rapport aux tailles et elles ont essayé de trouver les trois types de vaisseaux sanguins les noms déjà
 181. GEIS : les artères
 182. E : les veines les capillaires
 183. PATI : ça fait penser aux cheveux
 184. PATI : c'est par rapport aux cheveux capillaires ? je sais pas ils disaient ça prenait la forme et les globules rouges justement elles prenaient la forme...
 185. P1 :-- les hématies se déformaient mais ce n'est pas les vaisseaux sanguins, les hématies c'est les globules rouges
 186. MUIS : oui et aussi dans le sang y'a très très peu de ...*inaudible*
 187. P1 :-- bon, s'il vous plaît, pourquoi, il y a trois types différents de vaisseaux sanguins GEIS et SARA ont travaillé un peu dessus...
 188.
Minute 58
 189. bon, on continue lundi prochain et on attaquera vite fait sur un résumé de ce que nous avons vu là pour mettre au clair tout ça

2. TRANSCRIPTION DE S2

Jeu 0. Rappels de S1 à propos des vaisseaux sanguins et des constituants du sang. Minute 2 à 3. Tdp 1 à 9. (Durée 1 mn)

1. P1 :-- on a vu le cœur la semaine dernière ? (*sur un ton très étonné*)
2. E : le sang
3. P1 :-- quoi sur le sang ?
4. E : la circulation sanguine
5. P1 :-- on a fait la circulation sanguine la semaine dernière ?
6. E : de quoi est composé le sang
7. E : les différents vaisseaux
8. P1 :-- et aussi les différents systèmes de conduction du sang alors on a dit le sang mais dans le sang y'a plusieurs choses notamment
9. E : les globules rouges, les blancs, le plasma et les plaquettes
10. P1 :-- alors maintenant ce sang vous m'avez dit qu'il allait partout dans le corps Etie nous avait même dit que c'était lui qui amenait l'énergie aux muscles et alors il fait comment ? Il part d'où et il fait quoi ? Est-ce que vous avez une petite idée ?

Jeu n°1. Latéraliser le cœur et définir des jeux à venir. Minute 3 à 11. Tdp 11 à 28. (Durée 4 mn)

Minute 3

11. PATI : il part du cœur
12. P1 :-- tu le placerais où sur notre silhouette ?
P1 tient une grande silhouette en carton. LAUR vient au tableau montrer sur la silhouette, puis deux autres enfants (JOHN, ACAM)
13. P1 :-- le cœur est placé du côté gauche je vous demande ça parce que vous allez voir une dissection du cœur mais vous inquiétez pas c'est sur un écran il est pas impressionnant il saigne pas il est pas sanguinolent ni rien mais c'est pour vous expliquer quand je regarde mon bonhomme cette partie là moi je la

vois à droite et en réalité c'est le côté...

14. E : gauche

15. P1 :-- c'est ce que nous avons appris quand nous allions au grand théâtre pour que les acteurs ne se trompent pas on parle de côté cour et de côté jardin comme ça c'est toujours le même côté tandis que nous on parle de côté droit et de côté gauche et en fonction si moi je suis là c'est pas le même côté pour vous alors je vous propose deux groupes ce matin donc le cœur est à gauche vous m'avez dit que le cœur il fait quoi avec le sang ?

Minute 7. Présentation / Définition des jeux suivants. Minute 7 à 11. Tdp 16 à 28

16. E : il le fait travailler

17. E : il le fait circuler

18. MUIS : le cœur il bat pour faire circuler le sang dans tout le corps

Au tableau P1 dessine un cœur (de carte à jouer)

19. E : ça c'est un cœur pour l'amour

20. CHRI : ça tourne

21. P1 :-- ça fait un circuit fermé ? Ouvert ?

22. E : fermé, ouvert

23. P1 :-- ça va où alors ?

24. CHRI : ça repasse dans le cœur, ça tourne comme ça (*grand mouvement du bras gauche*)

25. P1 :-- donc on va voir aujourd'hui le cœur et comment il fonctionne ce cœur et on va faire ça en deux groupes un premier groupe qui va d'abord venir avec moi on va voir la dissection du cœur on va essayer de légèrer un schéma du cœur voir les différentes parties du cœur voir comment ça fonctionne pendant que les autres vont aller faire des ateliers avec ALBE sur le fonctionnement du cœur mais essayer de faire des expériences qui font comprendre comment il fonctionne et ALBE va vous expliquer les expériences. Ceux qui étaient avec moi l'année dernière nous avons fait quelques unes de ces expériences au défi science au Mas Eloi¹¹⁵ je les ai reprises parce qu'il y en a beaucoup qui n'étaient pas dans la classe l'année dernière donc on peut pas se servir de ce que vous aviez vu vous pour les autres pendant ce temps-là nous ceux qui sont avec moi on va voir un peu le cœur comment il est fait et après on échange le groupe qui est passé avec moi passe avec ALBE et le groupe qui était avec ALBE passe avec moi dernière petite recommandation vous allez avoir à écouter le cœur avec un stéthoscope

26. E : ouais !

27. P1 :-- vous allez écouter les battements du cœur le stéthoscope est dangereux si un petit imbécile fait ça (*pichenette avec le majeur et le pouce*) sur le stéthoscope pendant que le copain il a les écouteurs dans les oreilles ça peut fortement lui abîmer les oreilles donc toute expérience est intéressante à condition que vous respectiez les consignes vous aurez une fiche où tout est expliqué dessus et même ce qu'il ne faut pas faire ça serait bien que Albe n'ait pas à se fâcher on est bien d'accord ?

28. E : oui

Séparation en deux groupes. Groupe A avec P1 (LAUR, EMOS, ELIE, DAN, TIEN, ERIC, CHRI, HUGO, MAUD). Groupe B avec parent d'élève ALBE+ EVS (ELIO, PATI, JOHN, ENTE, MOHA, MUIS, SARA, ACAM, ETIE, PIER, JEAN)

Jeu n° 2'. Évaluer la quantité de sang mue par le cœur par minute. Minute 11 à

¹¹⁵ Nom d'une petite commune environnante

<p>31. Tdp 29 à 31. (Durée 20mn)</p> <p><i>Minute 11 ALBE lit à haute voix les consignes indiquées sur la fiche atelier des élèves</i></p> <p>29. ALBE : « Dans cette partie, tu dois faire 4 expériences. Chacune dure environ 5 minutes. Quand tu as fini, attends que le groupe précédent ait terminé avant de passer à l'atelier suivant. Si le groupe n'a pas terminé, écoute ton cœur avec ton stéthoscope, note tes observations sur la page 2, puis discute de tes découvertes avec ton groupe. » Nous ce qu'on va faire c'est la première expérience je lis : « Atelier 1 : quelle quantité de sang le cœur pompe-t-il ? De nombreuses personnes ne se rendent pas compte de la quantité de sang que pompe le cœur. Dans cet atelier, un seau contient environ 4 litres d'eau. Il y a aussi un seau vide et une tasse. La quantité de liquide qu'une tasse peut contenir est environ celle que pompe le cœur en un battement. Chronomètre combien de temps une personne de ton groupe met à transférer toute l'eau d'un seau à l'autre » alors une tasse représente la quantité de sang que le cœur envoie à chaque pulsation c'est à peu près cette quantité-là je vais vous chronométrer et vous allez compter en même temps vos petites tasses tu répètes les consignes JOHN ?</p> <p>30. JOHN : alors on doit mettre toute l'eau du seau dans la bassine</p> <p>31. ALBE: je te donne le top</p> <p><i>Tous les enfants du groupe passent successivement à cet atelier</i></p>
<p>Jeu n°3'. Prendre sa tension. Minute 11 à 31. (durée 20mn)</p> <p><i>En parallèle au jeu n°1, EVS prend la tension de quelques élèves un par un avec un brassard et un stéthoscope. Puis, un élève prend la tension d'un camarade.</i></p>
<p>Jeu n°4'. Comprendre que le cœur est un muscle puissant. Minute 31 à 42. Tdp 32 à 36. (durée 19mn)</p> <p>32. ALBE : alors maintenant vous lisez chacun l'atelier 2, tout seuls (<i>Atelier 2 : le cœur est un muscle</i>). Prends une balle de tennis dans ta main. Serre-la fortement. La force dont tu as besoin pour serrer la balle de tennis est équivalente à celle nécessaire pour pomper le sang hors du cœur. Essaie de serrer la balle soixante-dix fois en une minute (ou bien serre-là autant de fois que ton cœur bat en une minute). Que ressente ta main après cet exercice ? Qu'est-ce que cela prouve à propos du muscle cardiaque ?</p> <p>33. E : ouah, ça va être chaud !</p> <p>34. ALBE : vous allez venir à deux en même temps, je vous donne une balle chacun et le top prêt ? Top ! Vous faites bien régulier comme fait votre cœur il s'agit pas de faire la course....Top !</p> <p>35. ACAM : 90 !</p> <p>36. SARA : 100 !</p> <p><i>Minute 43. Fin des ateliers et rotation des deux groupes</i></p>
<p>Jeu n° 2. Comprendre l'organisation du cœur à l'aide d'une vidéo d'une dissection. Minute 43 à 68. Tdp 37 à 167. (Durée 25mn)</p> <p><i>Minute 43. P1 montre au groupe arrivé un cœur de Chevreuil</i></p> <p>37. E : ah ! C'est un vrai cœur !</p> <p>38. P1 :-- oui c'est un vrai cœur !</p> <p>39. ETIE : c'est un cœur de quoi ?</p> <p>40. P1 :-- de chevreuil</p> <p>41. E : on voit bien c'est rouge c'est du vrai sang on peut toucher ?</p> <p>42. P1 :-- c'est pas que je veux pas que vous touchiez mais après il va falloir se laver les mains</p>

43. E : y'a comme des veines sauf qui sont rouges c'est petit un cœur !
 44. P1 :-- alors ETIE dit on voit bien là au milieu qu'est-ce que ça peut bien être là au milieu ?

P1 passe devant chaque élève pour montrer le cœur

45. PATI: et ça là les trous qu'est-ce que c'est ?
 46. E : c'est par là où sort le sang c'est des tuyaux
 47. P1 :-- alors les tuyaux comment vous les appelez ?
 48. E : les vaisseaux sanguins
 49. P1 :-- comment on a appelé ça les vaisseaux sanguins on a plusieurs types de vaisseaux
 50. E : les veines, les capillaires, artères

51. P1 :-- alors maintenant, on va voir la dissection d'un cœur de porc

Suit le visionnement d'une cassette qui présente les relations cœur/poumons puis la dissection d'un cœur de porc. On y voit la relation du cœur aux poumons via l'artère pulmonaire et le retour du sang au cœur via les veines pulmonaires. On peut repérer aussi l'aorte.

52. P1 :-- alors qu'est-ce qu'on voit là ? y'a le cœur et puis quoi d'autre y'a pas que le cœur, les poumons
 53. E : c'est ce qui permet de respirer
 54. E : c'est l'œsophage
 55. P1 :-- ah ! Non l'œsophage c'est pour faire quoi ?
 56. PATI : pour avaler
 57. E : pour manger
 58. P1 :-- bon enfin on a ce qu'on appelle l'appareil respiratoire avec les poumons et le cœur alors regardez bien tout est attaché tout est lié ensemble et regardez bien la première chose qu'on va vous montrer.... Bon voilà la trachée qui permet de faire entrer l'air dans les poumons on a le cœur au dessus et on a bien cette chose-là que vous me disiez tout à l'heure ...inaudible... alors regardez bien les tubes qu'on voyait tout à l'heure

Minute 47'16

59. JOHN : mais c'est quoi qu'il découpe ?
 60. P1 :-- on a dit c'est les vaisseaux sanguins et regardez bien ce vaisseau sanguin il va au ?....
 61. E : poumon
 62. E : au poumon
 63. P1 :-- au cœur pas au cœur au poumon ENTE et y'en a un autre regardez il va où celui-là ?
 64. E : au pied
 65. P1 :-- il passe dessous au pied à tout le corps
 66. JOHN : et c'est quoi comme animal ?
 67. P1 :-- un porc je viens de le dire
 68. PATI : ah ! Oui les petits trous
 69. P1 :-- oui les petits trous que vous avez vus ils sont dessous ils vont où regardez bien où ils vont donc on a dit ce vaisseau sanguin il va où jusqu'aux pieds enfin à l'intérieur du corps
 70. E : aux mains
 71. P1 :-- du cœur part une artère qui va jusqu'au corps et y'en a une autre une veine ou une artère qui va jusqu'aux poumons on a vu ça et puis on a vu qu'il y avait plusieurs parties dans le cœur y'a cette petite partie que je vous ai montré et y'a cette grosse partie d'accord donc là y'a bien quelque chose qui

- relie aux poumons à votre avis ça va servir à quoi ces vaisseaux?
72. E : pour faire passer le sang
73. P1 :-- et à votre avis pourquoi le sang il a besoin d'aller aux poumons ?
74. JEAN : ben pour prendre l'oxygène le dioxygène
75. P1 :-- oui tout à fait il va aller prendre du dioxygène dans les poumons et après qu'est-ce qu'il va faire ?
76. JEAN : il va reprendre du dioxyde de carbone
77. P1 :-- non il va dans les poumons vous m'avez dit pour aller prendre du dioxygène et après il revient dans le cœur et après il fait quoi JEAN ?
78. JEAN : il repart
79. P1 :-- il repart où ?
80. ETIE, MOHA : dans les membres
81. P1 :-- dans les membres ETIE il a dit la semaine dernière les muscles ils ont besoin d'énergie et c'est le sang qui l'apportait alors là on est en train de découper le cœur de le détacher pour vous faire voir réellement comment il est fait
82. E : il est gros !
83. PATI: le nôtre il est aussi gros que celui-là ?
84. P1 :-- à peu près alors vous le voyez à la télévision mais par rapport à une taille de main ça fait à peu près la main une main d'adulte pas une main d'enfant
85. ETIE : maîtresse le dioxygène c'est fait de 2 choses ?
86. P1 :-- non d'une chose l'oxygène y'en a 2
87. P1 :-- regardez bien côté droit côté gauche on est où là ?
88. E :...*inaudible*
89. P1 :-- oui mais côté droit ou côté gauche ?
90. E : droit gauche
91. P1 :-- côté droit et le cœur côté droit il est plus grand ou plus petit que le cœur côté gauche ?
92. E : plus petit plus grand
93. P1 :-- plus petit tu vois Pati on est ici côté droit
94. PATI : oui voilà
95. P1 :-- alors regardez bien on a coupé là qu'est-ce qu'on voit apparaître ?
96. E : du sang
97. E : les globules
- Minute 52**
98. MUIS : la chair du cœur
99. P1 :-- la chair du cœur c'est du muscle mais qu'est-ce qu'on voit ? Tu m'avais dit on dirait une nervure mais en réalité c'est pas une nervure qu'est-ce que c'est ?
100. ...
101. P1 :-- est-ce que ça peut passer là ? ça passe ou ça passe pas ? vous savez ce que c'est ? C'est une cloison qu'est-ce que c'est une cloison ?
102. PATI : un mur
103. P1 :-- si je suis ici dans cette pièce et que je veux passer dans la salle d'à côté
104. E (ACAM, PATI): on peut pas faut faire le tour
105. P1 :-- donc y'a une cloison au cœur qui va empêcher le sang de passer de là à là il va falloir qu'il aille faire un tour pourquoi
106. MUIS : ben pour que ça circule dans son cœur
107. P1 :-- oui mais pourquoi pourquoi ça passerait pas d'un côté à l'autre ?

108. E : parce qu'il y a une cloison
 109. P1 :-- ça sert à quoi alors ?
 110. PATI : parce qu'il y a un sens
 111. P1 :-- un sens de quoi ?
 112. PATI: un circuit
 113. P1 :-- oui y'a un sens de circulation et pourquoi y'a un sens de circulation ?
 114. PATI : parce que le sang il circulerait pas dans le corps (*elle fait se rencontrer ses mains qui se cognent*)
 115. P1 :-- qu'est-ce que vous m'avez dit ? Vous m'avez dit que le sang ça part du cœur pour aller vers les...
 116. E : poumons
 117. P1 :-- ce sang qui est parti vers les poumons il va où après ?
 118. ETIE : dans le côté gauche
 119. ACAM : c'est compliqué
 120. P1 :-- il part aux poumons se faire nettoyer vous m'avez dit prendre de l'oxygène après il fait quoi ?
 121. PATI : il va revenir ... au cœur
 122. P1 :-- il va revenir au cœur et donc il revient où ?
 123. E : du côté gauche
 124. P1 :-- et de ce côté gauche il va où ?
 125. E : il va partir partout dans le corps
 126. P1 :-- il va partir dans les muscles tout à fait et quand il revient des muscles, qu'il est bien sale et plein de CO₂
 127. ETIE : il va revenir dans le côté droit du cœur et il repart

Minute 55

128. P1 :-- alors regardez bien maintenant ça c'est l'oreillette parce que le cœur est composé de 2 parties l'oreillette le ventricule et vous voyez que de l'oreillette au ventricule droit on passe mais on passe quand même avec des petites membranes mais on passe on passe vous verrez tout à l'heure je vous ferez voir sur le schéma ça veut dire que le sang il arrive là il passe il repasse là-haut et il va sortir pour aller aux poumons vous m'avez dit côté droit mais regardez bien de l'oreillette vers le ventricule ça passe mais du ventricule à l'oreillette est-ce que ça passe ? ça passe pas
 129. PATI : y'a comme des fils
 130. P1 :-- comme une sorte de petite membrane qui empêche
 131. PATI : de passer, pasque...
 132. P1 :-- c'est comme un clapet HUGO nous disait tout à l'heure c'est comme les cages des souris ça passe vers l'intérieur elles peuvent basculer à l'intérieur mais pas dans l'autre sens
 133. MUIS : ben il suffit de soulever la membrane et c'est bon, on passe !
 134. P1 :-- mais est-ce que t'as quelqu'un qui te soulève ta membrane ?
 135. MUIS : non !
 136. P1 :-- bon voilà on est bien d'accord
 137. PATI : le ciseau, il est bien passé parce qu'il est pointu, mais si le sang...*inaudible*
 138. P1 :-- ah ! Parce que tu vois ton cœur et tu lui fais clac clac

Minute 57

139. MUIS : ben sinon tu mourrais déjà
 140. P1 :-- donc ça qu'est-ce que c'est ?
 141. E : la cloison

142. P1 :-- la cloison qui sépare le cœur droit du cœur gauche et c'est très épais

143. MUIS E : oh ! C'est déjà fini

144. P1 :-- oui

145. MUIS : oh ! dommage

Minute 59. *Distribution d'un schéma du cœur*

146. P1 :-- sur le schéma, on voit des tuyaux leur nom...

147. E : les artères et les veines

148. P1 :-- ce n'est qu'un schéma ce n'est pas le cœur réel donc on repère la cloison côté droit côté gauche le côté droit est moins gros que le côté...

149. E (tous) : gauche.

150. P1 :-- on a dit que le côté droit le sang avait moins de chemin à faire, puisque du côté droit le sang va aller vers les

151. E : poumons

152. P1 :-- alors que dans le côté gauche pour repartir il va aller dans ...

153. E : les muscles

154. P1 :-- c'est pour ça qu'il a plus de chemin à faire donc c'est pour ça qu'il est plus gros bon ici on a une cloison OK ici qu'est-ce qu'on a en haut, les o...

155. E : oreillettes

156. P1 :-- et ici, les ven...

157. E : ventricules !

158. P1 :-- ventricules, oreillettes ici on a des tuyaux il va falloir définir ce que sont ces tuyaux ce qui part du côté gauche et qui va vers les pieds ça s'appelle l'artère aorte celle qui part du côté droit elle va vers...

159. ETIE : les poumons

160. P1 :-- elle s'appelle l'artère pulmonaire et puis on a celle-ci elle vient du corps et elle ramène le sang sale c'est ce que vous m'avez dit c'est la veine ... elle s'appelle la veine cave, et puis on a une dernière veine, celle qui vient des poumons et qui ramène le sang des poumons le sang propre la veine pulmonaire bon on va aller en classe vous prenez vos feuilles

Minute 63 *Fin des ateliers*

Minute 65 *De retour en classe, avec le demi-groupe simplement*

161. P1 :-- alors on va essayer de nommer à côté des différentes flèches

162. E : oh ! pff

163. P1 :-- oh ! beh si au crayon à papier

164. PATI : c'est resserré, on dirait un peu comme des quilles maîtresse là *en désignant les piliers tendineux des valvules*

165. PIER : c'est pour laisser passer sans trop avoir de la place

166. PATI : oui ! C'est pour pas laisser trop d'espace comme y'a au dessus les oreillettes...

Le deuxième groupe entre dans la classe

167. P1 :-- oui effectivement c'est pour imposer un passage bien on va distribuer les feuilles au groupe qui était avec moi tout à l'heure et puis on va sortir en récréation.

Fin à minute 68

3. TRANSCRIPTION DE S3

Jeu 0. Rappels de S1 et S2. Minute 0 à 2. Tdp 1 à 12. (Durée 2 mn)

168. P1 :---MUIS, il a envie de parler donc il va nous faire ce rappel
 169. MUIS : alors on a travaillé sur la circulation du sang
 170. P1 :-- on a travaillé sur la circulation du sang ?
 171. E : non sur le cœur !
 172. P1 :-- sur le cœur
 173. E : sur le sang
 174. P1 :-- sur le sang et sa constitution et puis troisième chose ?
 175. E : sur les vaisseaux sanguins
 176. P1 :-- oui c'est-à-dire ?
 177. PATI : par quoi le sang passe
 178. P1 :-- alors il y a des choses que vous m'avez dites par rapport au cœur et par rapport au sang que vous saviez que vous présumiez savoir depuis quelque temps alors qu'est-ce que vous avez vu qu'est-ce qu'on peut déduire qu'est-ce qu'on peut dire qu'on a vu qu'on a étudié qu'on sait déjà
 179. PATI : ben en gros le cœur y'a comment dire comment est fait le cœur ha ! Comment le cœur ce qu'il comment il est fait

Jeu n°1. Constituer un cahier des charges pour bâtir un schéma de la circulation sanguine. Minute 2 à 17. Tdp 13 à 113. (Durée 15 mn)

180. P1 :-- oui comment il est fait alors est-ce que tu peux alors je rappelle notre sujet comme le disait MUIS tout à l'heure bien qu'on en ait pas encore parlé notre sujet c'est la circulation du sang qui dit circulation dit...
 181. E : *inaudible*
 182. P1 :-- voilà qui dit circulation on veut savoir comment ça fonctionne cette circulation sanguine circulation sanguine ça circule donc y'a un chemin un trajet c'est ce que je vais vous demander de faire aujourd'hui vous allez essayer de trouver ce trajet par groupe mais avant de trouver ce trajet on a appris des choses on a vu d'abord sur la constitution du sang qu'il y avait des...
 183. E : des globules rouges
 184. P1 :-- des globules rouges qui servaient à quoi
 185. E : à apporter l'air
 186. P1 :-- l'oxygène le dioxygène
 187. E : y'avait
 188. P1 :-- donc je termine là-dessus et après je prends ta remarque donc on sait que le sang il sert pour
 189. E : pour respirer
 190. P1 :-- pour respirer ?
 191. E : non ! Pour bouger
 192. P1 :-- pour bouger mais alors explique moi pourquoi il sert pour bouger
 193. CHRI : pour faire euh, comment dire pour, euh
 194. P1 :-- PIER nous dit y'a des globules rouges y'a des hématies qui elles portent l'oxygène ça veut dire que le sang il sert à quoi
 195. E : à transporter l'oxygène
 196. P1 :-- à transporter l'oxygène ETIE nous avait dit que l'oxygène on en avait besoin dans les muscles donc le sang il va où ?
 197. E : dans le corps
 198. E : dans les muscles
 199. P1 :-- dans le corps d'accord donc on avait vu aussi le cœur qu'est-ce qu'on avait vu sur le cœur
 200. MUIS : les globules blancs

201. P1 :-- oui mais sur le cœur qu'est-ce qu'on a vu qui pourrait être important pour la circulation sanguine bon je marque (*P écrit au tableau « le sang transporte l'O₂ vers les muscles »*) vous m'avez dit le sang transporte vous vous souvenez O₂ c'est dioxygène vers les muscles
202. MUIS : ça sert aussi à faire battre le cœur
203. P1 :-- battre le cœur ?
204. MUIS : oui quand le sang va dans le cœur le cœur il rejette le sang
205. P1 :-- oui mais est-ce que c'est lui qui fait battre le cœur le sang ?
206. E : ben non
207. P1 :-- vous vous souvenez des expériences ce que vous avez fait la semaine dernière
208. HUGO : y'a la cloison dans le cœur
209. P1 :-- ça servait à quoi
210. HUGO : à séparer les deux côtés du cœur
211. P1 :-- et pourquoi
212. HUGO : pasque d'un côté y'a le sang qui arrive avec de l'oxygène propre et l'autre il arrive pour se faire nettoyer
213. E : oui, c'est du sang sale
214. P1 :-- oui, y'a du sang propre et du sang sale
P écrit au tableau « cloison séparation des 2 côtés du cœur », puis murmures
215. E : y'a 2 cœurs alors ?
216. E : non mais il est séparé
217. P1 :-- et alors y'a sang propre et sang sale
P finit d'écrire au tableau « sang propre sang sale »
218. P1 :-- qu'est-ce que tu me dis DANI ?
219. DANI : y'a qu'un cœur
220. P1 :-- oui mais y'a deux côtés
221. PATI : oui mais la cloison c'est aussi pour que le sang ...*inaudible*
222. P1 :-- alors ça voudrait dire que la circulation sanguine, y'a un sens
223. E : oui
224. P1 :-- c'est-à-dire que le sang si y'a un sens de circulation ça veut dire que le sang y'a un circuit hein un ou plusieurs ? Donc y'a un circuit dans le corps *et P écrit au tableau « circuit dans le corps sens de circulation »*
225. PATI : oui le sang propre et le sang sale ça se mélange pas ça va pas
226. P1 :-- et qu'est-ce qu'on a vu d'autre par rapport au cœur quand on a vu la dissection du cœur en vidéo qu'est ce qu'on a vu d'autre
227. CHRI : que le cœur il est collé aux poumons
228. P1 :-- oui enfin collé...
229. E : attaché
230. P1 :-- attaché avec ?
231. E : des vaisseaux sanguins
232. P1 :-- oui avec des vaisseaux sanguins artères ou veines des vaisseaux sanguins et donc vous en aviez déduit quoi ...
233. MAUD : on en avait déduit que le sang il circule dans le corps avec le cœur
234. P1 :-- oui mais par rapport à la liaison cœur-poumons
235. CHRI : que y'avait une veine qui rentrait par le cœur qui sortait qui allait dans le poumon (*fait des grands gestes, en se levant*) et qui ressortait par le cœur
236. P1 :-- alors attends une veine qui rentrait dans le cœur
237. CHRI : y'a une veine qui rentrait dans le cœur après elle fait le tour là (*se lève et se met face aux élèves de la classe pour mimer son discours*) et elle remonte

- dans le poumon
238. P1 :-- tu penses qu'elle remonte dans le poumon
239. CHRI : non ! Elle remonte pas dans le poumon elle passe comme ça après y'a la cloison elle fait le tour
240. P1 :-- et elle s'appelle comment cette veine ?
241. E : la veine pulmonaire
242. P1 :-- elle passe dans le cœur elle va au poumon et elle repasse dans le cœur ? Il y a en a une qui passe à l'intérieur du cœur et qui se continue ? ...ERIC excuse moi de te déranger de ta sieste
243. ERIC : c'est quoi la question ?
- Rires*
244. P1 :-- ça vous fait rire pas moi franchement c'est limite là oui PIER ?
245. E : ... c'est peut être une veine qui rentre dans le cœur...*inaudible*
246. P1 :-- sur votre schéma du cœur vous avez ça ?
247. E : non l'artère pulmonaire va dans les poumons et la veine pulmonaire revient au cœur
248. P1 :-- PATI fait la moue ... bon qu'est-ce que t'en penses GEIS ?
- ...
249. P1 :-- puisque c'est cloisonné le cœur vous m'avez dit y'a une cloison qui sépare en deux le cœur est-ce que pensez-vous que le sang arrive au cœur il part dans les poumons et il revient avec la même chose dans le cœur ?
250. ETIE : non ! *inaudible*
251. P1 :-- mais avec le même système ?
252. HUGO : non c'est parce qu'il descend dans les poumons pour récupérer de l'oxygène il va partout dans le corps et il remonte
253. E : et comment il remonte dans le corps ?
254. P1 :-- alors si je regarde les expériences que vous avez menées lundi dernier qu'est-ce que vous avez découvert sur le fonctionnement du cœur parce que c'est bien beau de voir comment est fait le cœur mais aussi comment il fonctionne
255. PATI : ben on avait vu les battements qu'il fallait faire en une minute, il fallait mettre 70 tasses d'eau dans la cuvette...
256. P1 :-- oui, alors ça veut dire quoi ?
257. HUGO : que que nous ce qu'on fait en une minute, c'est ce que fait le cœur ...*inaudible*...Sauf que en une minute le cœur il fait 4 litres et nous, on en fait moins
258. P1 :-- alors 70 ça veut dire quoi ?
259. MUIS : ben 70 battements
260. P1 :-- 70 battements de cœur oui et puis quand vous avez fait avec la balle de tennis et je vous avais posé une question comment on se sent après ?
261. EMOS : ça faisait mal !
262. P1 :-- et alors pourquoi ça faisait mal ?
263. PATI : pasque à force de faire ça (*la main se referme sur elle-même*), ben ça bouge
264. P1 :-- et comment on peut faire ça ? Qu'est-ce qu'on a dans la main ?
265. E : pasqu'on a des os
266. E : des muscles
267. P1 :-- alors qu'est-ce que ça voudrait dire ? Que le cœur c'est un ...
268. E : muscle
269. E : le muscle cardiaque

270. P1 :-- voilà on a appelé le muscle cardiaque rouge ce qu'on voyait un peu bordeaux hein bon alors aujourd'hui ce que je voudrais que vous fassiez on va travailler par groupes de 4 ou 5 donc vous allez travailler par groupes c'est moi qui fait les groupes vous avez pas le choix je suis désolée et vous allez essayer comme vous voulez soit vous travaillez sur une silhouette soit vous m'écrivez un texte et tout pour m'expliquer comment circule le sang dans notre corps
271. MUIS : est-ce qu'on peut dessiner sur la silhouette et après mettre un texte
272. P1 :-- tout à fait et par contre il faut se servir de ça (*désigne ce qui est écrit au tableau*) on a découvert ça que le cœur est un muscle (*et P écrit au tableau « cœur muscle »*) et 70 battements par minute (*P écrit « 70 battements/minute »*)
273. E : *inaudible...* il fait 4 litres ?
274. P1 :-- à peu près parce qu'on avait mis 4,5 litres d'eau, donc quand il fallait vider... ETIE combien j'ai dit de litres de sang dans le corps ? Environ, hein ?
275. Pati : 4,5 litres
276. P1 :-- oui, je vois bien que t'es pas concentré ? ETIE, je viens de le dire 4,5 litres et demi de sang et HUGO disait il a fallu vider 4,5 litres en moins d'une minute pourquoi ?
277. PATI : c'était pour se rendre compte de ce que faisait le cœur à chaque minute
278. HUGO : alors il envoie le sang
279. P1 :-- il envoie toutes les minutes 4,5 litres de sang dans le corps et bien c'est ce que vous allez essayer de m'expliquer
280. E : ouais ! oh !!

Minute 17 P1 annonce les groupes (*Groupe filmé : PATI, MUIS, JOHN, EMOS*)

Jeu n°2. Faire des propositions, par groupes, expliquant la circulation du sang. Minute 17 à 92. Tdp 114 à 329. (Durée 75 mn)

Phase 1. Recherche par groupes (1). Minute 17 à 36'40. Tdp 114 à 184

Phase 2. Mutualisation. Minute 36' 40 à 64. Tdp 185 à 264

Phase 3. Recherche par groupes (2). Minute 64 à 76. Tdp 265 à 288

Phase 4. Synthèse des groupes. Minute 76 à 92. Tdp 289 à 329

Phase 1. Recherche par groupes (1). Minute 17 à 36'40. Interactions 114 à 189

281. PATI *tient le crayon, dessine le cœur et dit* : il envoie 4 litres de sang on peut en faire là dans les bras ça fait 4 litres à la minute il envoie 4 litres dans les bras ...*inaudible...* Mais pas dans la tête
282. JOHN : et dans la tête
283. PATI : tu penses qu'il y en a dans la tête ? Tu crois qu'il y a du sang dans la tête ? Oui peut être on a des muscles
284. MUIS : oui mais le cerveau il est attaché par des fils mais les fils c'est pas des veines
285. PATI : y'en a dans la nuque
286. MUIS : oui y'a des veines mais elles s'arrêtent peut être
287. PATI : maîtresse est-ce qu'il y a du sang dans la tête ?
288. P1 :-- est-ce que vous pensez que le cerveau il est alimenté par le sang ou pas ?
289. MUIS : non moi je crois pas
290. P1 :-- donc tu penses que pour réfléchir, le cerveau il a pas besoin d'oxygène
291. EMOS : ah ! beh si
292. PATI : mais moi je croyais pas
293. P1 :-- mais pasque quand tu tombes sur la tête tu saignes jamais
294. PATI : je sais pas je suis jamais tombé sur la tête

295. P1 :-- mais si y'a bien des copains qui sont tombés sur la tête
296. PATI : ah bon alors y'en même dans la tête *et PATI dessine un réseau qui va à la tête sur la silhouette*
297. P1 :-- alors ça c'est le cœur je suppose *en désignant la feuille* et dans le cœur ça arrive au même endroit que ça repart ?
298. PATI : y'en a dans la tête et y'a un circuit de retour
299. P1 :-- ah ! y'a un autre circuit alors vous m'expliquez bien ça parce qu'après y'en a un qui va passer au tableau avec la fiche pour nous dire
300. PATI : le sang sale il va où ?
301. P1 :-- où il va le sang sale ?
302. PATI : le sang sale il va passer...
303. P1 :-- alors là peut être qu'à ce moment-là il faut trouver quelque chose pour vous aider à faire comprendre aux autres au lieu de tout faire par schéma
304. MUIS : oui mais on va faire un texte
305. P1 :-- d'accord *et P s'en va du groupe*
306. MUIS : moi je pense qu'il fait tout le corps et y'a un seul tuyau
307. PATI : oui mais le sang sale ?
308. MUIS : et les poumons ils sont pas là ils sont juste au dessus
309. PATI (*un peu agacée*) : oui mais c'est pour qu'on voit en gros
PATI dessine un circuit
310. MUIS : attends arrête
311. PATI : vas-y je t'écoute
312. MUIS : mais justement il faut que t'arrêtes
313. MUIS : moi ce que je veux dire c'est que au début tout le sang est propre il fait tout le tour tout le corps il se fait nettoyer et il repart
314. PATI : MUIS écoute imagine le sang propre va dans le corps le sang sale il va repasser par le même tuyau parce que si tu mélanges du sang propre et du sang sale ça fera du
315. EMOS : bouillie
316. PATI : moi je pense qu'il faudrait un sens (*un sang ?*) de retour quand même
317. MUIS : c'est ce que je dis mais je crois que d'abord je comprends un peu mais toi tu peux expliquer un peu, *à l'adresse de JOHN*, ce que je veux dire c'est que tu fais quelque chose comme ça et ça arrive dans le cœur et ça continue ça continue et quand il a fait tout le corps il revient c'est ça que je veux dire.
318. PATI : ah ! tu veux dire qu'il y a des vaisseaux qui passent partout dans le corps et après ils reviennent
319. MUIS : oui au moment quand il a fait tout le corps
320. PATI : toi tu veux dire que le cœur il envoie le sang partout dans tous les vaisseaux et après y'a un seul vaisseau qui ramène le sang au cœur le sang sale donc il envoie du sang propre et après tu veux dire qu'il y a un circuit qui ramène le sang sale
321. MUIS : oui voilà quand il a fait tout le trajet partout dans le corps il revient pour de bon au cœur
322. PATI (*efface le dessin*) : oui c'est plutôt comme ça parce que s'il y a plein plein de vaisseaux pour emporter après il ramène oui (*de doute un peu*)
323. MUIS : qui est d'accord avec moi ?
324. PATI : moi
325. EMOS : moi
326. JOHN : moi
327. PATI : on est tous d'accord alors on fait ça

328. PATI : ce qui veut dire qu'il n'y a qu'un sens
329. MUIS : il fait tout un circuit et au moment où il a fait tout un circuit il revient là au cœur
330. PATI : oui à la limite mais si ça se mélange les deux ça va pas être propre
331. MUIS : mais moi ce que je dis c'est que au début tout le sang est propre il fait tout le trajet ils arrivent dans le cœur il se nettoie et après ainsi de suite
332. PATI : oui mais moi j'aurais fait que pour le sang qui se nettoie non je sais pas
333. MUIS : oui je vois ce que tu veux dire y'a 2 tuyaux de sang propre
334. PATI : bon par exemple on va faire ton tuyau de sang sale *et PATI fait un long trait*
335. JOHN : il faut pas que ça touche les poumons
336. MUIS : et là il revient dans le cœur et au moment où il se fait nettoyer
337. PATI : et ça se relie dans le cœur, y'a 2 vaisseaux qui arrivent et qui se relient dans le cœur mais après il faut faire un tuyau avec le sang propre parce qu'il y a bien un tuyau qui amène le sang
338. JOHN : on a qu'à le faire en rouge, *et il sort un stylo rouge*
339. MUIS (*s'empare de la feuille*) : ici y'a le sang et ça fait tchak, tchak, tchak, il a fait tout le circuit il est sale il revient
340. PATI : alors maintenant il faut faire le circuit de sang propre, parce que là c'est le sang sale
341. MUIS : il faudrait le faire en rouge.
342. PATI : c'est le même circuit sauf que ça apporte du sang propre
343. PATI : remarque on peut les faire sans se toucher qu'il y ait ça d'écart ou ça d'écart c'est pareil (*reprend le crayon et elle fait deux traits proches mais distincts sur la feuille*)
344. JOHN : ou alors tu fais tout le tour (*indique avec son doigt le tour de la silhouette*)
345. MUIS : il faut que ce soit relié (*les deux traits faits par PATI sont distincts*) et là c'est pas relié
346. PATI : tu veux dire qu'il y a un truc comme ça et un truc comme ça (*en dessinant 2 traits parallèles*) et là y'a des petits trous (*en faisant des ponts entre les 2 traits*) mais les deux ils vont se mélanger si tu fais ça !
347. MUIS : ah oui alors là tu fais une veine qui part de là et ça par exemple et alors ça fait une veine de sang propre et une veine de sang sale mais il faut pas que ça touche par contre sinon, c'est mort
348. PATI : oui y'a deux circuits différents
349. MUIS : oui mais ça s'échange un peu les circuits
EMOS prend le crayon pour écrire la légende circuit sang propre/circuit sang sale
350. MUIS : le circuit de sang sale qui vient de finir il devient après le cœur où il est nettoyé circuit de sang propre
351. PATI : il faut pas que les 2 circuits se touchent on peut dire qu'il y a deux différents circuits

Minute 36 :40 *fin de la première partie du travail de groupes*

Phase 2. Mutualisation. Minute 36' 40 à 64. Interactions 185 à 264.

352. P1 :-- on va faire une petite synthèse pour mettre en commun les différentes idées qui ont été trouvées et voir si chaque groupe peut avancer un peu plus, qui c'est qui présente, LAUR ? ouh ouh silence on va essayer de voir si ça vous apporte quelque chose ou pas allez LAUR c'est pas à moi c'est à eux que tu parles

353. LAUR : alors on a mis le cœur à gauche
354. P1 :-- et la circulation comment elle se fait ? pasque le but du jeu c'est quand même la circulation sanguine
355. LAUR : elle se trouve au milieu du corps
356. P1 :-- mais vous l'avez pas matérialisée encore
357. CHRI : pasqu'on réfléchissait à comment on pouvait l'écrire
358. P1 :-- alors vous avez entendu parce que LAUR elle me parle qu'à moi elle m'a dit le cœur a une séparation ya des vaisseaux sanguins oui mais ce que je veux moi c'est la circulation sanguine est-ce que vous avez une idée de comment ça se passe dans notre corps pour que le sang circule ?
359. CHRI : ça tourne
360. P1 :-- ça tourne d'où à où ?
361. CHRI : ça part du cœur et ça fait tout le tour de notre corps et après ça remonte jusqu'à notre cœur et après ça fait un circuit comme ça ça tourne ça tourne
362. P1 :-- bon si je vous suis bien si je peux résumer votre pensée donc on a un cœur ça part du cœur ça va dans tout le corps en étoile, *P1 fait un dessin au tableau*, et après ça remonte au cœur mais du même côté ? Donc première conception le sang part du cœur va dans tout le corps et remonte au cœur et sang propre et sang sale vous savez pas trop encore...

Deuxième groupe

363. JEAN : ben je sais pas comment dire
364. P1 :-- bon alors qu'est-ce que tu en penses de ce qu'on vient de dire ?
365. ETIE : ben d'abord ça va dans les membres
366. P1 :-- bon beh dans le corps c'est pareil il va partout et il remonte au cœur
367. E : ...*inaudible*
368. P1 :-- ah ! Ils ont oublié le passage par les poumons pourquoi il a besoin ce sang de passer par les poumons ?
369. ERIC : pour récupérer l'oxygène pour se faire nettoyer
370. P1 :-- alors écoute DANI parce que ça pourrait faire avancer votre groupe parce que eux pour l'instant ils sont d'accord sur un principe ça va dans tout le corps mais ils sont pas d'accord avec vous parce que vous avez oublié quelque chose
371. ETIE : le sang passe par les poumons pour se faire nettoyer
372. P1 :-- et oui il se fait nettoyer et une fois qu'il s'est fait nettoyer il va où ?
373. ETIE : dans les muscles
374. P1 :-- dans les muscles donc si j'ai bien compris du cœur il va aux muscles ça revient au cœur et après il va dans les poumons et il repart dans les muscles merci Jason pour cette présentation donc par rapport au groupe 1 ce que vous nous avez dit c'est qu'ils ont oublié que le sang allait se faire nettoyer dans les poumons et qu'après il repartait dans les muscles PIER qu'est-ce que tu en penses ? Allez viens

Le groupe de PIER présente

375. PIER *présente* : le sang sale il revient au cœur il part aux poumons il ressort nettoyé et il va aux muscles
376. P1 :-- bon pour résumer le sang part du cœur il va dans les muscles il se salit il remonte dans le cœur et après il repart des poumons bon on va voir avec les autres groupes peut être qu'ils ont des solutions

Le groupe d'EMOS présente

377. EMOS *présente* : y'a deux circuits un circuit sang sale et un circuit sang propre une fois que le circuit sang sale a fait son circuit il va au cœur

378. P1 :-- bon alors si je comprends bien dans le corps il y a du sang propre et du sang sale et une double circulation donc il est partout le sang sale il est amené par qui le sang sale ?
379. EMOS : le cœur
380. P1 :-- c'est le cœur qui amène le sang sale ?
381. MUIS : non !
382. P1 :-- c'est pas le cœur alors qui c'est qui l'amène le sang sale ?
383. E : c'est le muscle
384. P1 :-- mais alors voyez leur sang sale là il est partout c'est le crayon
385. MUIS : et le sang propre il est en rouge
386. EMOS : le circuit propre c'est le stylo rouge et le circuit sale c'est le crayon à papier
387. P1 :-- oui et alors ? Le sang sale il part du cœur et il est dans tout le corps et il fait quoi ?
388. MUIS : il revient dans le cœur se faire nettoyer et il repart dans le deuxième circuit
389. P1 :-- donc vous vous avez deux circuits parallèles si je comprends bien
390. EMOS : oui
391. P1 :-- et alors quand est-ce qu'il se fait nettoyer ?
392. MUIS : quand il a fini le circuit il se fait nettoyer dans le cœur
393. P1 :-- et il repart sale ?
394. MUIS : non ! Il s'est fait nettoyer dans le cœur !
395. P1 :-- mais moi si je suis votre schéma il part bien du cœur et revient bien au cœur quand il part du cœur il est aussi sale ?
396. Le groupe : ben, non, il s'est fait nettoyer !
397. P1 :-- HUGO, t'es pas d'accord ?
398. HUGO : il se fait nettoyer par les poumons
399. P1 :-- HUGO tu n'es pas d'accord
400. EMOS : il fait un circuit et il revient au cœur et dès qu'il revient au cœur à ce moment-là il se fait nettoyer et alors il est propre
401. E : j'suis pas d'accord
402. P1 :-- attend je me fais expliquer parce que je crois que j'ai pas bien compris donc votre sang sale il part du cœur ?
403. EMOS : non, il part pas du cœur ! mais c'est pas moi qui l'ai fait
404. P1 :-- non dénonce pas tes petits camarades alors MUIS si c'est toi l'auteur explique-moi est-ce que c'est une arrivée un départ ou ils arrivent et partent au même endroit
405. MUIS : le sang sale arrive il se fait nettoyer et au moment où le sang est propre il se met à partir
406. P1 :-- alors donc il se fait nettoyer dans le cœur et il repart propre c'est ça
407. MUIS : oui
408. P1 :-- alors c'est pas ce que vous m'avez schématisé
409. ELIO : *inaudible*... mais il se fait pas nettoyer dans le cœur mais dans les poumons
410. P1 :-- alors peut être qu'on est pas d'accord sur sang propre et sang sale
411. MOHA : le sang propre c'est celui qui a du dioxygène et le sang sale il vient des muscles
412. P1 :-- alors pour toi le CO₂ se perd dans les poumons et il prend l'O₂ dans les poumons
413. E : alors ils ont deux circuits un circuit sang propre et un circuit sang sale ?

414. P1 :-- oui, c'est ça
415. E : alors ça veut dire que le sang sale....*inaudible*
416. P1 :-- je peux avoir le dernier groupe ?
Groupe de MOHA présente
417. MOHA : alors y'a le cœur et le sang qui fait un circuit
418. P1 :-- c'est quoi ce sang qui fait un circuit, il part d'où il fait quoi il va où et il revient où parce que circuit je rappelle pour les amateurs de formule un un circuit c'est fermé alors par où ça part
419. MOHA : le sang propre part du cœur il fait un circuit aux muscles et après il repart aux poumons
420. CHRI : non ! Au cœur parce qu'il va au cœur qui l'envoie aux poumons, pour prendre l'oxygène et il repart au cœur
421. P1 :-- est-ce qu'il repasse par la case cœur ?
422. E : oui
423. E : non
424. MAUD (*lève les yeux au ciel*): après être passé aux poumons il revient au cœur
425. P1 :-- mais quand il revient des muscles il passe par le cœur ou pas ?
426. DAN : oui
427. P1 :-- mais ça sert à quoi le cœur ? Vous vous souvenez quand vous avez fait les expériences ?
428. HUGO : ça sert à envoyer le sang faire circuler le sang
429. P1 :-- alors tu penses que ça peut remonter directement et aller aux poumons ? Qu'est-ce qu'on a vu dans les deux parties du cœur qu'il y avait ?
430. E : la séparation
431. P1 :-- oui, mais au niveau des vaisseaux sanguins qui font circuler le sang il vient d'où ce sang qui arrive au cœur si vous regardez le schéma du cœur en ouvrant vos classeurs par exemple il me semble qu'il y avait plusieurs veines ou artères alors schématisez-moi ces veines et ces artères sur votre cœur et d'où il vient et où il part

Minute 64. Phase 3. Recherche par groupes (2). Minute 64 à 76. Interactions 265 à 288.

432. P1 :-- allez ! On s'y remet essayer de me trouver ça
Même groupe suivi
433. PATI : allez, il faut faire maintenant les artères et les veines et les capillaires
JOHN efface une partie du schéma
PATI dessine les poumons sur le schéma
Le schéma du cœur de la séance précédente est ressorti
434. JOHN : on va pas se compliquer la vie il faut refaire le cœur
435. EMOS : il faut faire les poumons attachés au cœur
436. PATI : il faut faire l'artère pulmonaire ou la veine pulmonaire
437. MUIS : les poumons ils sont attachés ils sont pas là comme ça
438. PATI : mais on s'en fout de la beauté elle a dit c'est un schéma
439. MUIS : il faut refaire le cœur tu vois c'est pas comme ça sur le schéma du cœur
PATI efface à nouveau cœur et poumons déjà dessinés
P1 arrive dans le groupe
440. P1 :-- votre sang il part d'où
441. JOHN : du cœur
442. P1 :-- il est propre ou sale

443. JOHN : il part propre
 444. P1 :-- il part du cœur il va dans le corps partout dans le corps
 445. MUIS : il va faire le circuit rouge
 446. P1 :-- d'accord il fait le circuit rouge il part dans le corps et après qu'est-ce qu'il fait
 447. MUIS : dans tout le corps il est devenu sale il doit se faire nettoyer
 448. P1 :-- d'accord, donc il part en rouge dans le corps et après il remonte où
 449. JOHN : il remonte dans le cœur
 450. P1 :-- et le cœur il l'envoie où il va se faire nettoyer où
 451. MUIS : dans le cœur
 452. JOHN : non dans les poumons
 453. P1 :-- vas-y impose-toi !
 454. MUIS : et en plus t'as la réponse mais il arrive pas à expliquer
 455. P1 :-- il a peur de parler parce qu'il pense que MUIS est meilleur que lui

Minute 76. Fin des travaux de groupes

Phase 4. Synthèse des groupes. Minute 76 à 92. Interactions 289 à 329

456. CHRI : le sang propre circule dans le corps à force il devient sale alors on l'a fait un peu plus noir
 457. P1 :-- alors comme c'est un circuit il part d'où il va où et arrive où
 458. E : ben il part du cœur propre en rouge parce qu'il est propre il se salit il devient de plus en plus noir de plus en plus sale et donc il revient dans le cœur et là
 459. P1 :-- qu'est-ce qu'il lui arrive
 460. CHRI : il se fait nettoyer
 461. P1 :-- dans le cœur ?
 462. E : non dans les poumons mais on n'a pas eu le temps de le faire
 463. P1 :-- ah vous avez pas eu le temps ! Donc vous auriez combien de circuits si vous aviez eu fini
 464. DANI : 2
 465. P1 :-- donc eux ils ont utilisé deux couleurs sang propre sang sale et ils ont 2 circuits même s'ils les ont pas matérialisés un circuit qui va du cœur au corps et qui remonte dans le cœur et un deuxième circuit qui va du cœur aux poumons et quand il est dans le cœur et qu'il repart aux poumons vous le faites de quelle couleur rouge ou noir
 466. Le groupe : noir
 467. P1 :-- et quand il sort des poumons et qu'il va au cœur
 468. Groupe : rouge
 469. P1 :-- d'accord super merci j'ai bien fait de passer vous voir parce que c'est bien

Minute 79. Groupe de PIER

470. P1 :-- alors vous y'a du sang propre du sang sale comme les autres
 471. PIER : le sang sale va se faire nettoyer dans les poumons, il arrive avec une veine et il revient dans le cœur et il part dans tout le corps
 472. P1 :-- d'accord, merci

Groupe d'ELIO

473. P1 :-- alors eux ils ont mis sang sale sang propre alors si je comprends bien là c'est le cœur le sang propre du cœur va dans le corps il remonte sang sale alors là il est comment quand il revient dans le cœur il est sale et quand il repart dans les poumons il est comment ?
 474. ELIO : il est propre

475. P1 :-- quand il repart aux poumons il est propre
476. ELIO : non il est sale
477. P1 :-- il va dans les poumons se faire nettoyer donc quand il revient au cœur il est comment
478. ELIO : propre
479. P1 :-- donc vous aussi vous avez trouvé combien de circuits ?
480. Les élèves du groupe : 2
- Groupe de PATI*
481. P1 :-- alors eux aussi ils ont mis en rouge le sang propre et en noir le sang sale Bon explique-nous JOHN ta théorie puisque maintenant ils sont tous d'accord avec toi
482. JOHN : le sang propre part du cœur il part dans tout le corps il revient dans les poumons et après il repart
483. P1 :-- alors vous avez un seul circuit ?
484. EMOS : le sang il va dans tout le corps il revient dans le cœur il se fait nettoyer et il repart
485. P1 :-- combien vous avez de circuit ?
486. Le groupe : 1, 2
487. P1 :-- alors les autres groupes vous qui avez 2 circuits ou circulations comment vous pourriez les convaincre ?
488. DANI : y'a une circulation qui est propre après il commence à devenir sale et après il va dans les poumons pour se faire nettoyer et y'a deux circuits il fait un tour avec le sang propre à un moment donné il devient sale et il va dans les poumons pour se faire nettoyer
489. P1 :-- alors pourquoi dans le cœur y'a pas que 2 tuyaux, un qui part et un qui arrive. Y'a combien de tuyaux au cœur ?
490. La classe : 4
491. Maud : 2 qui arrivent 2 qui partent
492. P1 :-- écoute attends parce que MUIS pas conscient du tout que les autres peuvent avoir raison il n'écoute rien il te dit y'a 4 tuyaux au cœur 2 qui arrivent 2 qui partent
493. MUIS : c'est pasqu'il y a 4 litres de sang y'a 4,1 litres 4,1 litres 4,1 litres 4,1 litres euh 1,1 litre, 1,1 litre, 1,1 litre, 1,1 litre
494. P1 :-- ah ! y'a 4 tuyaux parce qu'il y a 4 litres de sang !
495. EMOS : y'a un litre par tuyau
496. P1 :-- on va s'arrêter pour aujourd'hui je vous reprendrai pour synthétiser le schéma la semaine prochaine

Fin à minute 92

4. TRANSCRIPTION DE S4

Jeu n°1. Élaborer un schéma de la double circulation sanguine. Minute 0 à 25. Tdp 1 à 181. (Durée 25 mn)

Minute 0

1. P1 :-- Bon par groupes vous aviez découvert des choses marqué des choses des choses plus ou moins vraies plus ou moins abouties hein on a des choses comme ça *P1 montre les affiches des groupes, élaborées pendant S3* donc on est d'accord à peu près tout le monde d'après ce que j'ai vu y'a pour la circulation sanguine le cœur les poumons vous étiez tous d'accord euh le sang la circulation sanguine le sang bon d'accord le cœur les poumons et puis après

- on n'était pas tout à fait d'accord sur les chemins les circuits les...
inaudible... alors on va essayer de construire ensemble sur notre silhouette
qu'est-ce que vous avez repéré
2. MUIS : que y'a 4 trajets de sang je veux dire 4 veines qui circulent 4 euh... je
sais pas comment expliquer...
 3. P1 :-- 4 veines ?
 4. E : y'a 5 circuits
 5. P1 :-- y'a 5 circuits !
 6. E : un dans le pied droit un dans le pied gauche un dans la main droite un dans
la main gauche et un dans la tête
 7. E : *murmures* on le voit sur nos bras...
 8. P1 :-- ah on voit sur nos bras y' a pas qu'un circuit hein
 9. E : *inaudible*... y'en a un et après ça se rejoint
 10. P1 :-- euh non HUGO il nous avait pas dit ça y'avait combien de circuit dans
ton groupe
 11. E : 2
 12. P1 :-- 2 et vous l'aviez même schématisé DANI ? Comment ?
 13. DANI : y'a le sang propre et le sang sale
 14. P1 :-- alors vous aviez schématisé sang propre sang sale ... les deux circuits
lesquels HUGO
 15. E : celui qui passe dans la tête et celui qui descend les bras et dans les
jambes... *inaudible*
 16. P1 :-- et alors, il ne va **que** dans la jambe ?
 17. E : non dans tout le corps
 18. E : mais si mais si
 19. MUIS : en fait y'a 5 circuits y'en a un qui va dans la tête un qui va dans le
bras droit un dans le bras gauche et un dans les jambes
 20. E : oui mais y'en a plein qui partent partout
 21. P1 :-- oui y'a plein de petits vaisseaux y'a pas que ... quand on schématise on
simplifie quelque chose donc vous avez fait quelque chose qui partait du cœur
qui allait vers où
 22. E : vers les jambes
 23. P1 :-- et ça va **qu'aux** jambes ?
 24. E : non dans tout le corps
 25. P1 :-- oui d'accord LAUR ça va dans tout le corps effectivement on va le
matérialiser par une artère ou une veine enfin un trajet mais je veux dire qu'il
y en a pas qu'une on est d'accord c'est un schéma on simplifie donc on avait
notre cœur on a vous m'avez dit les poumons c'est important pourquoi c'est
important les poumons
 26. E : pasque c'est pour la respiration et pour nettoyer le sang
 27. P1 :-- oui mais dans les deux circuits dont HUGO nous a parlé y'a un circuit
qui fait quoi et un circuit qui fait quoi ?
 28. E : y'en a un qui passe dans le poumon
 29. P1 :-- y'en a un qui passe dans le poumon et c'est pas le même que l'autre
pour oui ? ...
 30. E : pour faire nettoyer le sang
 31. P1 :-- pour faire nettoyer le sang c'est-à-dire pour lui enlever le CO₂ et lui
redonner oui ?
 32. E : de l'oxygène
 33. P1 :-- de l'oxygène pour lui redonner de l'oxygène ça c'est ... oui ben ferme-

- moi ton livre pour l'instant c'est bien de l'avoir trouvé c'est très très bien c'est toi qui l'a trouvé
34. E : ...*inaudible*... à la bibliothèque
35. P1 :-- c'est à la bibliothèque que tu l'as trouvé d'accord alors du coup tu l'as pris c'est ça
36. E : ...*inaudible*
37. P1 :-- bon ben c'est bien HUGO HUGO nous a dit effectivement y'a un départ du cœur qui va vers les poumons et là tu nous a dit Thibault c'est pour se faire nettoyer donc c'est pas le même circuit que le reste et le reste il fait quoi le reste ETIE l'autre circuit c'est quoi
38. E : les organes
39. P1 :-- les organes et quand on parle des organes c'est pas que les jambes ou les bras
40. E : c'est tout le corps
41. P1 :-- c'est quoi tout le corps
42. E : la tête
43. P1 :-- y'a quoi comme organe dans la tête
44. E : le cerveau
45. P1 :-- ça va au cerveau mais pas qu'au cerveau non plus hein là on a bien des petits vaisseaux pour vivre il nous faut ces petits vaisseaux et puis les organes, c'est quoi d'autre
46. E : les muscles
47. P1 :-- les muscles tout à fait quels autres organes avons-nous c'est tout le cerveau les muscles
48. E : l'estomac
49. P1 :-- l'estomac
50. E : ...*inaudible*
51. P1 :-- vas-y n'aies pas peur on est là pour apprendre non ?
52. E : le foie
53. P1 :-- oui bien sûr le foie c'est un organe aussi et le foie lui aussi pour travailler il a besoin de quoi
54. E : du sang
55. P1 :-- pourquoi il a besoin de sang pour travailler
56. E : pour l'oxygène
57. P1 :-- pour l'oxygène et pas **que** pour l'oxygène le sang transporte aussi...
58. E : le sucre
59. P1 :-- du sucre alors oui pas du sucre comme vous le voyez mais sous forme de molécules beaucoup plus petites
60. E : ah ! les globules blancs
61. P1 :-- les globules blancs ils transportent quoi
62. E : l'air
63. P1 :-- ils servent à quoi les globules blancs
64. MUIS : à protéger le corps
65. P1 :-- oui à protéger le corps
66. E : ...*inaudible*
67. P1 :-- Ah ! non pas les globules blancs
68. E : les globules rouges
69. P1 :-- oui, les globules rouges
70. MUIS : oui et puis y'a les plaquettes aussi dans le sang
71. P1 :-- oui y'a les plaquettes aussi dans le sang mais à l'intérieur du sang quand

vous avez travaillé sur le sang...vous avez vu que le sang contenait des cellules différentes qui ont un rôle différent à jouer ... mais que le sang ne transporte pas que de ...*inaudible*. Bon alors maintenant, vous m'avez dit foie vous m'avez dit cerveau vous m'avez dit quoi d'autre muscles estomac et quoi d'autre

72. E : les muscles
73. P1 :-- ça y est
74. E : les os
75. P1 :-- les os ? Oui d'accord mais est-ce que c'est *inaudible*...pour la circulation sanguine attention on en est à la circulation sanguine attention on fait pas
76. E : le cœur
77. P1 :-- le cœur lui-même ben il y est déjà le cœur
78. E : les boyaux
79. P1 :-- bon, les boyaux, chez nous on appelle ça comme ça comment on appelle ça
80. E : les tripes
81. P1 :-- ben les tripes ! Les intestins c'est pas ça ?
82. La classe : ha ! Oui !

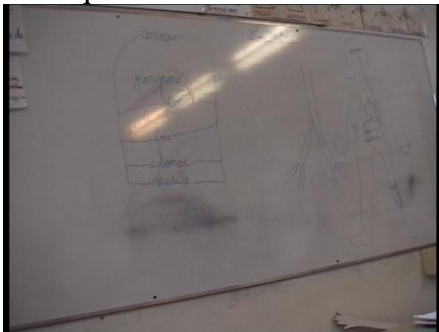
Minute 7

83. P1 :-- bon peu importe c'est pour vous faire voir que ça ne va pas qu'aux muscles parce que l'autre jour y'a Pati qui demandait le sang il va au cerveau ou pas
84. E : oui il est partout dans le corps
85. P1 :-- oui mais quand vous schématisiez vous alliez à la jambe et vous aviez pas schématisé ça sur vos schémas
86. P1 :-- bon, alors est-ce que maintenant ACAM pourrait venir m'expliquer où va le sang d'où il vient et qu'est-ce qu'il fait sachant que HUGO nous avait dit qu'il y avait deux circuits
87. E : c'est facile
88. P1 :-- *ACAM est au tableau*, bon essaye, alors ACAM, on a dit qu'il partait du cœur, il va où ça part du cœur et ça va où il part du cœur et il a plein d'oxygène dedans essaye ! *ACAM n'écrit pas*, ça part du cœur et ça va où on a dit que le sang il allait où
89. E: il va aux muscles
90. P1 :-- mais il va qu'aux muscles
91. E : non, partout

Minute 10

92. P1 :-- Il partirait comment à ton avis il part d'ici y'a une partie qui va en haut en bas aux muscles et après il fait quoi il est là et il revient où ... *P1 trace au tableau, en même temps qu'elle questionne ACAM en particulier* et après il fait le tour et il revient où ENTE
93. E: il va aux muscles
94. HUGO : ça va dans la deuxième partie du cœur et ensuite aux poumons
95. MUIS : et après ça fait le deuxième circuit
96. P1 :-- à l'adresse de MUIS, alors viens me faire voir le deuxième circuit, ACAM quitte le tableau et MUIS y va
97. MUIS : si ça sort là, il faut bien que ça aille là aussi *désigne tout le haut et le bas de la silhouette*
98. E : mais c'est un schéma

99. P1 :-- oui il n'y a pas qu'un vaisseau qui part du cœur il y a plein de vaisseaux qui vont partout c'est un schéma en réalité y'a un gros vaisseau qui part du cœur comment il s'appelle
100. E: l'aorte
101. P1 :-- l'aorte y'en a qu'une mais après elle se sépare et puis elle va ça fait ça si vous voulez ça fait comme une grande route (*dessine au tableau des ramifications*), pour aller chez vous vous prenez des petites voies ça va faire ça et puis après...*dessin...* ça va se diviser encore c'est comme les arbres les branches d'arbre d'accord mais on va pas on va pas faire ce genre de représentation là sur un schéma d'accord ? Alors maintenant la deuxième circulation elle est où ça, ça part d'ici ça va au foie à l'estomac aux muscles ça vient ici et ça repart au cœur la deuxième circulation elle est où *À l'adresse de MUIS*
102. MUIS : ben du cœur
103. P1 :-- du cœur où ?
104. MUIS : de la deuxième partie
105. P1 :-- de la deuxième partie elle va où ?
106. MUIS : ah, ouais, elle fait ça (*montre sur le dessin, d'une partie du cœur à l'autre*) elle va là et elle fait un aller retour ah !! je sais pas comment dire...
107. E : maîtresse ! eh ! (un élève demande à passer au tableau)
108. P1 :-- oublie la silhouette (*à l'adresse de MUIS en particulier*), *P1 fait un autre dessin à côté* si je te mets foie estomac muscles d'accord tu as le cœur ici t'as les poumons là t'as le cerveau d'accord le schéma que l'on vient de faire ça part du cœur hop hop hop ça c'est qu'une circulation ça tourne hein c'est parce qu'il y a plusieurs bifurcations mais la deuxième circulation c'est quoi ? Mais alors la deuxième circulation ?



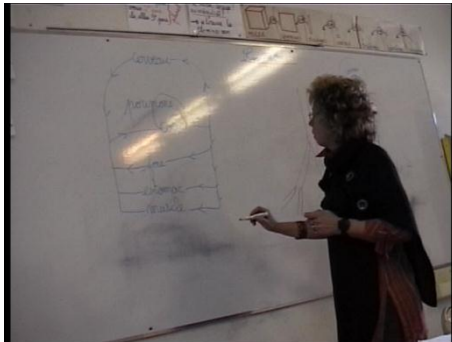
109. MUIS: ah ! Oui ! Ben, ça ça fait les organes et le reste ça fait les muscles mais arh !
110. HUGO : non non non la première circulation c'est celle qui part dans tout le corps mais la deuxième c'est celle qui part dans les poumons et qui revient dans le corps
111. P1 :-- t'es d'accord avec HUGO ERIC ?
112. ERIC : oui
113. P1 :-- alors viens nous la dessiner ERIC
114. P1 :-- je comprends bien que t'as pas compris MUIS c'est bien pour ça que j'insiste un peu MUIS y'a trois groupes qui avaient bien délimité JOHN c'est ce qu'il avait tenté de t'expliquer l'autre jour mais il avait du mal à te faire entendre raison et moi aussi
- ERIC est au tableau*
115. P1 :-- bon la deuxième circulation c'est quoi ERIC, prends une autre couleur
116. ERIC : rouge c'est celle qui part du cœur aux poumons *ERIC fait une flèche*

qui part du côté gauche du cœur

117. P1 :-- ça part de ce côté-là
118. ERIC : euh non ça part du côté droit
119. E : du côté droit aux poumons et elle revient du côté gauche *ERIC trace le trajet en rouge au tableau*

Minute 15

120. E : ça fait juste ça
121. P1 :-- ça fait juste ça c'est pour ça qu'on l'appelle la petite circulation par rapport à la grande circulation
122. E : oui mais ils sont pas...*inaudible*
123. P1 :-- ils sont pas égaux donc on appelle la petite et la grande circulation
124. E : ...*inaudible*
125. P1 :-- oh ben c'est un schéma aussi
126. E : ...*inaudible*
127. P1 :-- oui ben tu peux l'appeler petite circulation parce que cœur/poumons c'est pas très loin l'un de l'autre seulement le problème la grande circulation là c'est parce qu'on distribue à tout le corps en schématisant... alors que la petite circulation ça fait que cœur/poumons
128. P1 :-- bon alors maintenant y'en a qui avait mis deux couleurs différentes
129. Dani : on avait mis noir et rouge
130. P1 :-- oui on a mis deux couleurs pour bien montrer à MUIS bon alors ce circuit dans quel sens il tourne bon parce que là aussi je suis pas sûre alors là ça va comme ça *P1 indique le sens de circulation par des flèches sur le schéma au tableau.*



131. HUGO : mais maîtresse c'est pas possible ça tourne dans deux sens différents
132. P1 :-- comment ça ça tourne dans deux sens différents
133. HUGO : mais en bas ça va se joindre !
134. P1 :-- oui, ça va se joindre P1 termine de mettre les flèches
135. HUGO : oui oui c'est bon
136. P1 :-- bon alors SARA est-ce que tu te souviens des couleurs
137. SARA : du noir pour le sang sale
138. P1 :-- où se trouve-t-il dans notre circulation le sang sale viens nous faire voir *SARA passe au tableau*
139. P1 :-- alors le sang sale qu'est-ce que c'est pour vous le sang sale
140. CHRI : c'est celui qui a du CO₂
141. P1 :-- oui c'est celui qui est chargé de CO₂ le dioxyde de carbone et il vient d'où PIER où c'est qu'il s'est sali
142. PIER : dans le corps
143. P1 :-- donc il s'est sali où avant ou après les organes et les muscles
144. E : après

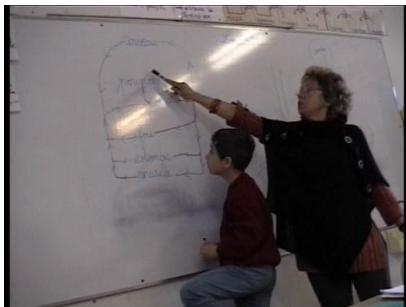
145. P1 :-- eh oui il se salit où c'est parce que l'oxygène va servir aux muscles à l'estomac au foie au cerveau et cet oxygène qui sert il est plus dans le sang il est transformé en...
146. E : en CO₂
147. P1 :-- en dioxyde de carbone qui lui ne sert à rien pour notre corps et qu'il faut qu'on expulse donc où est-ce qu'il est le sang sale, *à l'adresse de SARA qui est toujours au tableau* où est-ce qu'il est le sang sale il est où là sur notre schéma LAUR LAUR a une idée alors viens me faire voir *SARA part et LAUR arrive.*

LAUR indique le sang revenant au cœur depuis les poumons

148. P1 :-- Là il part du cœur sale alors DANI

Minute 20

149. DANI : il monte là aux poumons
150. P1 :-- viens me faire voir
- DANI repasse d'un trait noir le trajet du cœur aux poumons*
151. P1 :-- donc là jusqu'aux poumons il est sale
152. CHRI : mais maîtresse avant d'arriver au cœur en sortant des organes il est déjà sale
153. P1 :-- alors viens merci DANI
154. CHRI : ben là CHRI repasse en noir le trajet des organes au cœur, côté droit
155. JEAN : il en manque
156. P1 :-- oui, viens
157. JEAN : et au cerveau aussi et il repasse en noir le trajet du cerveau vers le cœur
158. P1 :-- et alors, le sang propre il est où Maud
159. Maud : en rouge, c'est en partant du cœur et Maud repasse le circuit cœur/cerveau/foie/estomac/muscles
160. E : ...inaudible
161. P1 :-- ah ! parce qu'il repart par les mêmes artères et veines par lesquelles il est venu
162. La classe : non !
163. P1 :-- alors, je rappelle le schéma du cœur, il arrive ici avec... *en désignant le côté droit du cœur*



164. E : le dioxyde de carbone
165. E : la veine cave
166. P1 :-- la veine cave, et il va aux poumons avec l'ar...
167. E : l'artère pulmonaire, il passe aux poumons, il se fait nettoyer, il revient par...
168. E : la veine pulmonaire
169. P1 :-- la veine pulmonaire et là on dit que ...
170. E :inaudible

171. P1 :-- le dioxyde de carbone c'est contenu dans quoi

172. E : les globules rouges

Minute 23

173. P1 :-- le globule c'est une cellule vous avez déjà vu plus belle... euh, il était une fois la vie... il vous représente le petit globule rouge avec un sac derrière qui porte sa bulle d'oxygène et après il remporte il est sale oui

174. E : et tous les mardis soir y'a Docteur House

175. DANI : ha ! Super ! D'ailleurs, mardi là il y est pas y'a la ligue des champions

176. P1 :-- bon il porte sa petite bulle d'oxygène derrière et donc il l'apporte aux organes et après il se promène avec sa bulle de CO₂ qui n'est pas de la même couleur donc effectivement on a deux circuits je répète mais les veines ou les artères en elles-mêmes ne sont pas salies par le CO₂ puisque il est contenu dans les globules dans une cellule comme une poche bon est-ce que c'est bon

177. E : oui

178. P1 :-- bon et bien on va voir ça tout de suite

179. E : oh ! Non ! C'est une évaluation

180. P1 :-- non on fera une évaluation quand vous aurez tout appris ça sera super

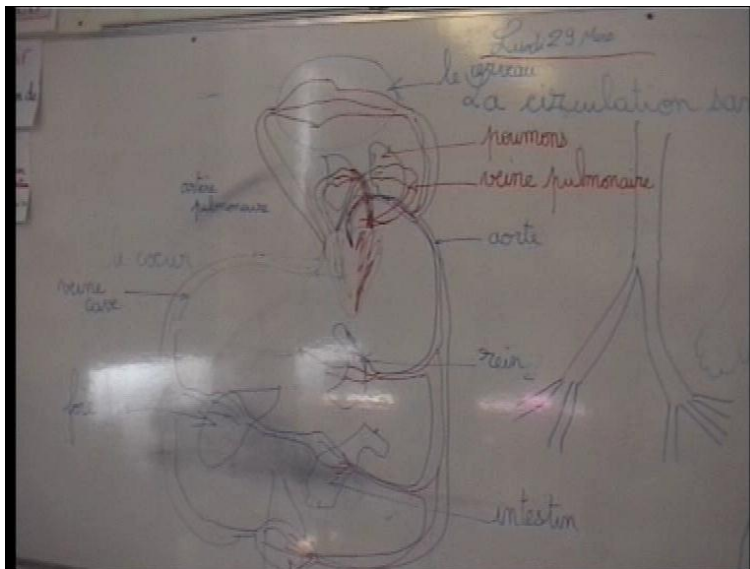
Distribution des photocopies

Minute 25

181. P1 :-- vous prenez des feutres

Les élèves mettent en couleur un schéma de la double circulation sanguine,

Au tableau à la fin de la séance



CHAPITRE 3. LES ENTRETIENS AVEC LES ÉLÈVES

1. MUIS

Qu'est-ce que tu as appris, aujourd'hui ?

Ben, comment fonctionne la circulation sanguine. Euh...Comment...Combien de battements fait le cœur par minute, **oui, et alors tu as une idée ?** 70 battements. Euh, que.... c'est le cœur qui fait circuler le sang... **tout ça tu l'as appris, c'est des choses que tu ne savais pas ?** beh, que le cœur faisait circuler le sang, si ! Je le savais, mais que en une minute le cœur pouvait faire 70 secondes je le savais pas et qu'il y a un

sang propre et un sang sale non plus. **D'accord, est-ce que tu aurais appris d'autres choses ?** Euh, que...le ...l'oxygène, c'est le dioxygène et que ça contient du dioxyde de carbone ... **qu'est-ce qui contient quoi ? C'est le sang qui contient ?...**, euh, que c'est le sang qui contient ... ah ! Oui et que le sang transportait l'oxygène ! Et voilà.

C'est un sujet important pour toi ?

Oui, parce que ça sert à comprendre comment... comment marche notre corps ... **et ça c'est important ?** Ben, moi, je trouve ça important ... **et pourquoi tu trouves ça important ?** Ben, parce que ça apporte des informations, euh, comment on respire, pourquoi on a besoin du sang pour respirer, pourquoi, ben voilà, je sais pas trop comment expliquer. **D'accord !**

Tu pourrais me dire ce que tu avais à faire, dans cette leçon ?

Ben dans cette leçon, on devait essayer de...un peu d'imaginer si y'avait des veines de sang propre et de sang sale, essayer de ... expliquer comment marche le sang, comment marche la circulation sanguine et de ... **tu devais plutôt travailler avec des idées, ou tu devais faire des expériences ou faire autre choses ?** Ben, c'était plus faire des expériences et travailler avec nos idées. **Et c'était quoi les expériences que tu devais faire ?** Ben, c'était avec une tasse et un gros seau d'eau...**ça c'était l'autre jour, mais aujourd'hui, tu avais des expériences à faire ?** Non, non ! On n'avait pas d'expériences aujourd'hui, mais pour moi, ça fait partie ! **Oui, bien sûr !**

Si aujourd'hui, tu n'avais pas d'expériences à faire, qu'est-ce que tu avais à faire ?

On devait essayer de reproduire un peu ce qu'on imagine dans le corps humain avec la circulation sanguine

Tu as déjà travaillé sur le corps ?

C'est la première fois dans mon ancienne école on n'avait pas fait quelque chose comme ça

Qu'est-ce que tu as fait aujourd'hui ? De l'histoire ? De la géographie ?

De la science

C'est quoi faire de la science ?

Ben c'est une activité scientifique c'est comme quand une activité scientifique ... qui apporte des choses sur le corps humain.... **Oui, c'est quoi faire des sciences pour toi ?...** C'est... Pour moi c'est, c'est... je sais pas comment expliquer, ben, pour moi, la science, c'est une matière, c'est des activités scientifiques avec comme des sortes de produits, préparer des médicaments et savoir comment marche le corps humain

Tu lis des magazines scientifiques, regardes des émissions TV, films ?

Oui, des épisodes de Dr House je sais pas si on peut dire que les séries de police c'est un peu scientifique les séries de police scientifique....**tu lis des documents sur le corps humain ?** Euh, non, des documents sur le corps humain... mais chez mes grand parents y'a une encyclopédie qui explique tout comment ça marche le cœur avec des dessins sur le corps humain

Tu discutes de ce sujet ?

Ben en classe oui quand on travaille ensemble mais dans la cour non

Tu en parles avec des frères ou des sœurs ?

Oui, oui, des fois j'en parle avec ma mère ben comment circule le sang de temps en temps avant qu'on travaille en classe avec

Tu sais ce que tu veux faire comme métier plus tard ?

Je sais vraiment pas **Être médecin, travailler dans un domaine comme ça ?** Non pour l'instant non j'aime travailler sur le corps humain mais ça m'intéresse pas trop j'en ferais pas un métier plus tard

Tu dirais que tu es bon en sciences ?

Ben pour moi c'est comme une découverte alors je dirais pas que je suis bon, bon je suis au même niveau que les autres y'en a plein qui découvre des choses comme moi donc euh je suis pas plus fort que les autres on est tous au même niveau on découvre tous plein de choses

Tu peux me réexpliquer ce à quoi vous êtes arrivés tu peux m'expliquer la circulation du sang ?

Ben quand le sang circule ça ... y'a un sang sale et y'a un sang propre alors moi à des moments je me suis dit qu' il y avait qu'une seule veine où le sang circulait et ensuite et en fait y'en a plusieurs y'en a 4 et donc euh pour nous dans nos idées au début j'étais un peu d'accord sur le fait qu'il y ait deux veines une de sang propre et une veine de sang sale et c'est le ... au moment où le sang a fait tout le trajet il est sale il va aux poumons pour se faire nettoyer et ça va dans le côté gauche parce qu'il peut pas aller directement dans le côté droit parce qu'il y a une cloison qui sépare et il arrive et après il repart. (*Me montre sur la silhouette*).

2. PATI

Qu'est-ce que tu as appris aujourd'hui ?

Ben déjà j'ai appris plus précisément que y'a ben des ben je savais déjà que y'avait du sang qui passait partout dans les muscles dans le corps et ensuite j'ai appris aussi que y'avait que les le cœur était relié aux poumons et j'ai appris que y'avait le sang sale et le sang propre parce que ça je le savais pas enfin je savais pas trop que y'avait du sang propre et du sang sale et j'ai appris les différents vaisseaux des artères et des capillaires...et puis ben après c'est tout ce qu'on a vu de quoi était composé le sang, ...

La séance d'aujourd'hui ça portait surtout quoi ?

Ça portait surtout sur le circuit du sang euh et le cœur et les poumons quand le sang va se faire nettoyer les muscles ça parlait sur ça

Est-ce que tu penses que c'est un sujet important ?

Ben moi je trouve que c'est quand même important de le savoir parce que moi j'aime bien comment ça marche ben moi j'aime bien savoir comment ça marche enfin c'est important c'est pas super important mais quand même un peu important de savoir comment ça marche.

C'est plus important ou moins important que les maths par exemple ?

C'est moins important parce qu'on en aura pas besoin tous les jours

Qu'est-ce que tu avais à faire aujourd'hui ?

Ben on devait classer euh enfin euh dessiner ou décrire sur le sang sur ses circuits comment dire comment il se déplace euh et quand il est sale de quoi on en fait et comment le faire passer dans les muscles euh et puis le corps le cœur comment dire quand le circuit il est relié au cœur ou aux poumons donc chercher à écrire à dessiner ça

Et c'était difficile ?

Ben un peu quand même parce qu'on a hésité plusieurs fois sur euh sur comment mettre les circuits comment dessiner les poumons attachés au cœur euh c'était un petit peu difficile quand même.

Ce que tu as fait aujourd'hui, tu dirais que c'est quoi comme matière ou comme discipline ?

C'est plutôt corps humain

Tu as déjà travaillé sur le corps humain ?

Pas trop trop on en avait pas vu sur ça enfin de ça on en avait pas parlé enfin on n'était pas trop sur cette matière en sciences on était sur autre chose

Est-ce que tu lis des magazines ou regardes des émissions TV ou films scientifiques ?

Ben j'aime bien regarder des fois « C'est pas sorcier » j'aime bien parce que c'est expliqué plutôt avec des objets parce que des fois à l'oral on comprend pas très bien et là j'aime bien c'est transformer des choses difficiles en choses plus faciles pour voir comment ça marche et puis je regarde des fois des documents **tu en as chez toi ou c'est à l'école ?** Non, j'en ai quelques uns chez moi que je regarde de temps en temps j'aime bien chez moi aussi faire des expériences

Tu as déjà parlé de ce sujet sur le sang avec quelqu'un ? Avec les copains, ta maman ?

Bof de temps en temps enfin pas souvent des fois moi l'année dernière ça m'est arrivé d'en parler dire ha ! Oui, quand tu tombes la plupart du temps ça saigne on se renseignait pour savoir par exemple si moi je savais plus de choses que l'autre ça nous apprenait des fois des choses donc des fois on en parlait

Qu'est-ce que tu veux faire comme métier plus tard ?

J'aimerais bien être par exemple soit dans le médical soit plutôt enfin c'est pas du tout pareil soit dans le social. J'aime bien par exemple comment dire je sais pas trop si c'est dans le médical mais ça touche quand même un peu j'aime bien pharmacienne ça me plaisait et puis des fois aussi j'aime être dans le médical avec des gens comment dire qui ont des problèmes enfin de faire des ateliers essayer de faire des choses comme ça pour faire en sorte que ça aille mieux

Est-ce qu'un sujet comme ça c'est quelque chose d'intéressant, pour toi, plus tard ?

Ben oui sûrement parce que pour tout ce qui est social c'est important quand même. Ben, après je sais pas si ça me servira plus tard si je veux faire un autre métier que dans le médical ou comme ça.

3. ELIO

Qu'est-ce que tu as fait aujourd'hui ?

On a travaillé sur le cœur. **Qu'est-ce qu'on t'a demandé de faire aujourd'hui ?** C'était sur la circulation du sang de voir où passait le sang.

Qu'est-ce que tu as appris ?

Le sang il part le côté gauche du cœur il passe dans les muscles il passe dans le...il passe par le poumon et dans le cœur droit. Du droit il ressort il fait le contour pour passer dans le cœur gauche. Il repart dans les muscles il descend il passe dans les poumons pour qu'il redevienne propre et il repart dans le corps

C'était difficile ?

Un peu

Pourquoi ?

Parce que le sang je sais pas où il va moi !

Et c'était difficile parce qu'il fallait que tu trouves une solution à quelque chose que tu sais pas ?

Oui. Mais j'étais pas tout seul !

Et eux, ils savaient ?

Non

Alors vous avez cherché ensemble ?

Oui

Et alors vous êtes arrivés à ça, à ce que tu m'as expliqué tout à l'heure ?

Oui

Et c'est ça qui était un petit peu difficile ?

Oui

Est-ce que c'est plus difficile que de faire des maths ?

C'est plus difficile ! C'est trop facile les maths ! J'y arrive mieux !

Et là, c'est plus compliqué ?

Oui

Est-ce que c'est important de travailler sur la circulation du sang ?

Oui

Pourquoi ?

Oui parce que plus tard pour le collège c'est important. Tu disséqueras les choses et oui mon frère il l'a fait. Il a disséqué une souris.

T'as envie de disséquer une souris ?

Je sais pas je m'en fiche.

Ça t'a intéressé, c'est intéressant la circulation du sang ?

Bof

Tu as déjà travaillé sur le corps humain ?

Non c'est la première fois ah ! Si au défi maths et sciences de l'année dernière !

Tu lis des magazines ou regardes des émissions TV, des films scientifiques ?

Non

Tu discutes de ce sujet, par exemple avec ton frère ?

Non

Tu sais ce que tu veux faire comme métier plus tard ?

Je sais pas moi ! Si ! Quelque chose dans le sport professionnel ! **Y'a un autre métier que tu voudrais faire ?** Non je sais pas.

Tu voudrais être un savant ? Un scientifique ?

Non ! **Pourquoi ?** J'aime pas parce qu'ils sont trop intelligents ! J'aime pas être trop intelligent ! **Pourquoi ?** Parce que ! C'est pas rigolo !

4. PIER

Qu'est-ce que tu as fait aujourd'hui ?

Il fallait parler de la circulation du sang et du cœur et puis de comment il circulait le sang propre et le sang sale dans tout le corps

Qu'est-ce que tu as appris ?

Que le sang sale il arrive dans le cœur il passait dans les poumons pour se faire nettoyer et ensuite ça donnait du sang propre qui allait dans le tout le corps

Tu as raté des étapes ou tu m'as tout dit ?

Euh non c'est bon

C'était difficile ?

Non. Mais euh on s'est un peu trompé dans le dessin parce qu'en fait on avait mis en premier l'idée y'avait le sang sale qui arrivait comme ça là c'était le cœur et ensuite ça passait dans tout le corps. Dans notre deuxième version ça passe dans les poumons enfin quand le sang arrive dans le cœur ça passe dans les poumons il revient dans le cœur et il repasse dans tout le corps

Ah ! Mais c'est pas ce que tu m'as dit tout l'heure !

Oui

Tu m'as dit que des poumons ça allait partout dans le corps et là tu me dis que ça revient au cœur !

Oui

T' avais oublié un petit truc, non ?

Oui

Tu as déjà travaillé sur le corps, en classe ?

Non

Tu n'as pas travaillé sur la respiration, l'an dernier ?

Euh si mais je me rappelle plus

Ça t'a intéressé c'est intéressant la circulation du sang ?

Heu oui ça apprend ce qu'on a dans notre corps on n'étudie pas une chose avec une autre personne parce que c'est nous c'est aussi nous nous aussi on a ça dans notre corps.

C'est plus compliqué ou plus facile que de faire des mathématiques ?

C'est un petit peu plus facile

Quel métier veux-tu faire plus tard ?

Journaliste

Est-ce que c'est un sujet qui va t'intéresser pour être journaliste ?

Je sais pas

Tu lis des magazines scientifiques, regardes des émissions TV, films ?

J'ai reçu des trucs qui s'appellent « sciences et vie découverte » mais j'en ai que deux, c'est sur la planète surtout pas sur le corps

Tu discutes de ce sujet avec des amis, frères, sœurs, parents ?

Non.

5. CHRI

Sur quoi as-tu travaillé aujourd'hui ?

On a travaillé sur le... comment dire on a fait un schéma avec le cœur on a travaillé sur ...comment le sang faisait si y'avait plusieurs veines pour que le sang y passe ou pas

Sur quel sujet tu as travaillé ? Si tu avais un titre à mettre sur le travail du groupe ?

La circulation du sang

Qu'est-ce que tu as appris ?

Ben ce que j'ai appris c'est que ça pouvait que le sang il faisait son chemin et à moitié de son chemin il commençait à devenir de plus en plus sale il commençait à rentrer dans le cœur et il se faisait laver et il passait par les poumons pour se relaver il remonte par le cœur droit pour se relaver et le sang propre il retournait dans le corps ça fait un cycle.

C'était difficile ce que tu avais à faire ?

Un peu

Pourquoi ?

Ben déjà on n'arrivait pas trop à schématiser comment on pouvait faire et tout ça

C'est plus facile ou plus difficile que les mathématiques ?

Ah ! C'est plus facile que les maths ! Je préfère et je trouve que c'est plus facile que les maths.

Ça t'a intéressé, c'est intéressant ?

Oui très intéressant ! Parce qu'au moins on comprend comment notre cœur il est fait et plein de choses y'a le sang il peut être propre il peut être sale. Que le cœur, euh, comme la dernière fois quand on faisait dans la galerie avec le seau d'eau et beh au moins on voyait que une tasse s'était rendu à un battement. Et... que y'avait le, après, comment dire, euh... qu'aussi ça nous fait voir que le sang,...euh parce qu'au départ moi je croyais que le sang euh dès qu'il était arrivé il se mettait dans une poche et qu'il reste tout le temps alors qu'en fait ça fait un cycle et ça je savais pas.

Est-ce que tu sais le métier que tu veux faire plus tard ?

Oui, menuisier

Tu crois que ça va te servir pour devenir menuisier ?

Pas beaucoup mais, quoique, si ça se trouve j'aurais des questions là-dessus !

Tu lis des magazines scientifiques, regardes des émissions TV, films ?

Oui. **Quoi, par exemple ?** Comment, on trouve ça dans les bibliothèques oh je sais plus ! Les livres sur le corps humain madame L..., elle en a elle en avait amené l'autre fois... J'ai toute la collection chez moi et j'en emprunte à l'école pour les lire dans la classe

C'est un sujet qui t'intéresse, alors ?

Oui le corps c'est un sujet qui m'intéresse. J'aime bien tout ce qui est manuel et où on touche plein de choses

Et ça c'est un sujet qui est manuel ?

Ben oui là y'a le cœur y'a les poumons y'a le sang j'aime bien

Tu parles du sujet avec tes copains ?

Non pas beaucoup enfin avec les copains un peu.

6. DANI

Qu'est-ce que tu as appris aujourd'hui ?

On a parlé du cœur ... du sang propre qui passe dans le cœur une fois qu'il arrive dans un muscle il devient un peu noir et après il est encore un peu plus noir et après il vient dans les poumons et quand il ressort des poumons il est nettoyé il ressort rouge il est plus noir et après il refait un tour. Le sang sale se fait nettoyer dans les poumons et le sang propre il va partout dans notre corps

Il me manque juste le cœur dans cette affaire...

Ah ! Oui y'a le cœur et côté gauche c'est le plus grand côté parce que y'a une cloison qui sépare le cœur et le cœur est séparé en deux

Est-ce qu'il y a un côté du cœur où il y a du sang propre et un côté du sang où y'a du sang sale ?

Les deux côtés ils sont propres

C'était difficile ?

Non, ça va

Tu préfère ça aux mathématiques ?

Non je préfère les mathématiques je suis plus fort en maths !

Ce que tu as fait là aujourd'hui, c'est une matière qui te plaît ?

Beh ça peut être intéressant oui

Le sujet, tu l'as trouvé intéressant ?

Oui comme ça on sait ce qu'il y a dans notre cœur enfin dans notre cœur dans notre corps

Tu sais quel métier tu vas faire plus tard ?

Footballeur professionnel

Alors est-ce que ça c'est un sujet intéressant pour devenir footballeur professionnel ?

Oui déjà pour passer les tests parce que je me suis renseigné ils parlent de ça je connais un joueur de Sochaux et il me l'a dit qu'il parlait du corps donc ça m'intéresse

Tu as travaillé sur quoi aujourd'hui ?

Sur le corps.... Euh ***humain ?*** Oui le corps humain

C'est des mathématiques, du français ?

Non c'est du sciences

D'accord, qu'est-ce qu'on fait quand on fait des sciences ?

On fait des expériences

Tu as fait des expériences aujourd'hui ?

Non pas aujourd'hui

Qu'est-ce que tu devais faire alors ?

Y'avait juste à faire sur le schéma ...il fallait montrer ...à mettre le cœur à montrer le cœur comme il est à mettre la cloison comme normal quoi comme il est fait, quoi, et après on devait faire passer le sang autour du corps le sang rouge normal et le sang un peu plus sale

Tu parles du sujet avec tes copains ?

Avec ma maman, oui. Elle a dit que c'était intéressant pour savoir ce qui y'a dans notre corps

Est-ce que tu lis des magazines ...

Oui

Scientifiques ?

Ah ! Non ! Que de foot je lis surtout « Foot de rue »

Pas de films non plus sur les sciences ?

Ah ! Si je regarde « C'est pas sorcier »

7. ETIE

Qu'est-ce que tu avais à faire aujourd'hui ?

On devait trouver les vaisseaux san..., schématiser les vaisseaux sanguins du cœur

Est-ce que tu as appris quelque chose aujourd'hui ?

Oui. J'ai appris que y'avait du sang sale qui allait dans les poumons et qui reprenait de l'oxygène après il allait dans l'autre côté du cœur et le sang propre et là il part dans les muscles et après il repart dans les poumons pour aller se faire nettoyer et des poumons dans le côté gauche du cœur et ça recommence.

Si tu avais un titre à mettre à ton schéma ?

Le circuit des vaisseaux sanguins.

Ça t'a intéressé, c'est intéressant ?

Oui comme ça on sait ce qu'il y a dans le corps

C'était difficile ?

Oh ! Pas trop, j'aime bien

Tu aimes bien. Mais est-ce que c'est plus difficile que les maths ?

C'est moins facile que des maths quand même

Pourquoi ?

Parce qu'il fallait savoir l'emplacement du cœur et savoir comment il fait

Vous avez fait comment pour savoir alors ?

Ben moi je savais un peu des choses y'en a d'autres... *inaudible*...on a mis en commun

Tu as déjà travaillé sur le corps avant ?

Non

Tu sais ce que tu veux faire plus tard ?

Non avant je voulais faire pompier ou policier mais ça a changé je sais plus ce que je veux faire

Tu lis des magazines scientifiques, regardes des émissions TV, films ?

Pas trop quand j'en trouve parce qu'à la maison y'en a pas beaucoup. A l'école, je cherche mais j'trouve pas. Avec mon papa je regarde des documentaires sur les membres ou le cœur et le sang.

Tu discutes de ce sujet avec des frères ou des sœurs ? Des copains ? Tes parents ?

On discute plus sur le cerveau

Ça t'intéresse plus ?

C'est pas que ça m'intéresse plus mais c'est parce que mon père il a eu une rupture d'anévrisme

Alors tu sais ce que c'est un anévrisme ?

C'est une poche remplie de sang et qui a éclaté dans le cerveau

Oui tu m'en avais parlé de ce qui était arrivé à ton papa...

Mon papa il a eu le plus gros anévrisme de Limoges, il est passé à deux doigts de la mort c'est pour ça que je m'y connais un peu. Il voit plus juste sur le côté et pour le reste c'est bon

Ça t'a permis de te renseigner sur le sang et la circulation du sang ?

Pas spécialement c'est plus le cerveau. Ça m'intéresse plus sur le cerveau

Tu as appris des choses sur le cerveau ?

Oui. J'ai appris que quand on dort il travaille et il nous aide à retenir des choses il retient plusieurs données et tout ça. Et c'est là la plupart de temps les maladies où on oublie des choses

Est-ce que tu es bon en sciences ?

Non

Pourquoi ?

J'sais pas et j'aime pas trop ça, et en plus j'y arrive pas.

T'aimes pas ces sujets, là ?

Non. Je préfère plutôt dans les membres parce que les os et tout ça, j'aime bien.

PARTIE N° 2 . LA CLASSE N°2

CHAPITRE 1. LES ENTRETIENS AVEC LE PROFESSEUR P2

1. ENTRETIEN ANTE PROTOCOLE

Qu'est-ce que tu connais toi personnellement de la circulation du sang ? Comment le connais-tu ? Comment l'as-tu appris ? De quelle façon ? C'était faire quoi quand tu apprenais ce sujet ? Est-ce que tu te souviens de la façon dont tu as appris la circulation du sang ? Tu peux le relier à certaines activités ? Est-ce que tu as fait quelque chose en particulier ?

Ce que j'ai appris par rapport à la circulation sanguine ? Alors je ne me souviens absolument de rien sur la circulation sanguine mais alors absolument de rien. La seule chose dont je me souviens par rapport à l'école primaire c'est un scaphandrier on avait dessiné un scaphandrier ah ! Mais en plus j'ai gardé le cahier ! Un cahier d'éveil qu'on appelait à l'époque un scaphandrier et puis vaguement une leçon sur les champignons que je n'arrive toujours pas à reconnaître d'ailleurs.

Ce sont tes souvenirs de l'école primaire ?

Ha ! Oui vraiment complètement. Alors après en sciences pour le collège et le lycée alors pour le collège pff rien et le lycée c'est parce que je participais à un atelier photo donc voilà les sciences c'est pas l'unité et la diversité du vivant mais voilà c'est sciences et technologie. Non mais vraiment les sciences c'était pour moi euh comment dire un grand mystère et pourtant je sais que en étant enfant on me reprochait de demander toujours pourquoi pourquoi donc j'avais me semble-t-il à travers ce questionnement cette curiosité mais bon voilà ! Donc au niveau de ce que j'ai pu apprendre moi en tant que élève je ne me souviens de rien. Alors après quand j'étais en formation initiale à l'IUFM

Tes souvenirs sautent là après ?

Ah ! Oui complètement après je me souviens à l'IUFM ce qui m'avait beaucoup intéressé dans ces séances de sciences, c'était la démarche en cinq temps, donc, euh, les représentations initiales des élèves avec un questionnement, tu vois, euh, la démarche scientifique, quoi, avec les expériences et puis après comment dire l'institutionnalisation, voilà toutes ces étapes-là, je trouvais que effectivement c'était cohérent c'était logique euh donc c'est pas forcément par rapport à une notion en particulier tu vois mais par rapport à la démarche scientifique. Je m'y étais bien retrouvée et euh on avait fait notamment avec une collègue on avait fait un travail sur les volcans et voilà c'était vraiment très très bien et voilà ce que j'ai retenu de l'IUFM c'était ça

Donc c'était plutôt la démarche

Oui, oui, oui, oui, oui, donc voilà représentations émission d'hypothèses ta ta ta les expériences

Donc c'est ça que tu retiens de ta formation initiale ?

Oui c'est quand même un schéma que tu peux appliquer sur l'ensemble des notions c'est un cadre je trouve que ce cadre est très très bien. Alors sur la circulation sanguine je ne pense pas avoir travaillé euh quand j'étais en formation initiale je ne

me souviens pas d'avoir eu des cours sur la circulation sanguine et pourtant je suis assez conservatrice et franchement

Alors du coup comment l'as-tu appris ? Tu as appris toute seule, tu as appris comment ? Est-ce que tu peux me dire ?

Comment j'ai appris ? d'abord en lisant euh avec des ressources j'ai lu le BO celui de 2002¹¹⁶ qui est intéressant mais pour l'alimentation mais qui explique quand même qu'il faut reparler à la fin de la séance sur la circulation sanguine euh et mettre tu sais à la fin ce qu'il faut mettre en lien euh la digestion et la circulation sanguine et ça m'a apporté un élément pour la construction de ma séance sur la circulation sanguine après ben voilà j'ai ces ressources-là « 64 enquêtes pour comprendre le monde¹¹⁷ » et puis « Enseigner la biologie et la géologie¹¹⁸ »

Le Tavernier et ensuite le Magnard

Voilà après j'ai aussi tu vois le CD Rom dont je te parlais, ce n'était pas la Main à la pâte, c'était ça. Tu crois que c'est la Main à la pâte celui-là ?

Oui, oui

Expliques-moi où tu le vois parce j'ai relu

Il n'est pas indiqué que c'est la Main à la pâte, mais Institut de France, Académie des Sciences, c'est le partenaire officiel de la Main à la pâte

D'accord. Ah oui, tu as raison tu as bien fait de me montrer donc voilà

Ce sont tes ressources principales ?

Et ça et le point sciences aussi le point sciences plus Elizabeth D¹¹⁹... que je vais voir régulièrement j'y suis allée déjà avec une ébauche de plan et il faut que je la rencontre d'ailleurs à nouveau pour justement parce qu'on n'a pas pu se voir encore parce que entre son emploi du temps et le mien il faudrait qu'elle me donne son point de vue sur la séquence que j'ai bâti en fait l'année dernière j'ai travaillé sur l'appareil respiratoire et dans ce DVD là j'avais pris des notes j'avais construit ma séquence c'est ce que je t'avais montré je crois tu vois il y a ça et en fait dans ce DVD-là on aborde la double circulation et le fait me semble-t-il de façon très théorique

Tu parles du DVD

Oui de celui-ci qui est très complet parce que en fait elle parle de la représentation des élèves la confrontation des points de vue par leurs propres hypothèses et après ils vérifient en fait grâce à un schéma de référence et finalement il n'y avait pas d'atelier et de manipulation et j'ai trouvé que c'était dommage d'autant que pour moi ça me semble très très très très complexe et le fait d'avoir justement d'avoir fait des recherches et notamment d'avoir vu cette fiche-là pour moi ça a éclairé ça m'a éclairci énormément sur la notion elle-même donc je t'avais dit aussi que je regardais un petit peu sur Internet je vais te montrer ce que j'ai sorti aussi mais sinon comme quoi on en parle toujours un peu alors ça¹²⁰ ça date d'une petite anecdote que je trouve assez sympathique ça date d'avant Noël on a un ami médecin et donc je me suis dis ce jour-là on est allé au resto tous les quatre

¹¹⁶ Document d'accompagnement des programmes, MEN 2002

¹¹⁷ Magnard, 2003

¹¹⁸ Tavernier, Bordas

¹¹⁹ Elizabeth est la même conseillère pédagogique à laquelle faisait allusion P1 dans les entretiens précédents

¹²⁰ Un schéma de la circulation du sang griffonné sur un coin de nappe en papier

Tu en as profité pour travailler

Non j'ai pas travaillé mais ce n'est pas du travail forcément mais voilà et ce médecin on a dîné avec lui et à un moment donné on a parlé je ne sais plus de quoi franchement en tout cas j'ai saisi l'occasion pour parler de mes expériences de ce que je voudrais mettre en place pour la circulation sanguine et je lui disais tu sais dans mes expériences je voudrais qu'ils prennent une balle de tennis parce que j'avais vu ça je te montrerai après je voudrais qu'ils sentent ce ressenti de pression avec la balle qu'ils puissent comparer finalement cette manipulation au muscle qui est le cœur tu vois en actionnant cette balle-là. Il dit non ce qui faudrait que tu prennes c'est qu'ils prennent j'ai oublié le nom la poire tu sais quand tu fais pour les oreilles quand tu as un bouchon ça a un nom ce matériel-là, et ça a un tuyau de chaque côté et en fait il m'a dit que ce ne serait pas mal pour justement qu'ils aient cette sensation pour qu'ils puissent le comparer au cœur mais moi je l'avais utilisé pour autre chose je vais te montrer et donc on est venu à parler de la circulation sanguine et là du coup on a pris un petit napperon, et c'est lui qui m'a fait ce petit schéma, et en fait, lui, il ne parlait que d'un poumon je lui dit il y a un problème car dans la respiration tu utilises les deux poumons le cœur ne fait pas le lien qu'avec un seul poumon et c'est pour ça qu'après en rouge j'ai rajouté parce que tu vois du coup ce schéma-là est très complexe très abstrait et il me l'a fait quand je l'ai vu faire au fur et à mesure je vois la construction du schéma alors que dans les bouquins on les trouve tout fait j'ai trouvé ça super intéressant et voilà comment je m'auto forme aussi

D'accord, c'était le sens de ma question, comment tu avais accès à ses savoirs-là.

Et bien voilà

Les ressources et la discussion avec ce médecin.

Eh bien oui mais je pense que si on avait pas fait ça avec ce médecin qui est notre ami je pense que je l'aurais fait avec mon médecin traitant parce que j'ai de très bonnes relations mais ce sont des gens qui ont ce savoir-là quand même et du coup il se trouve qu'il a eu la gentillesse de prendre cinq minutes pour me parler de la circulation sanguine et après j'ai gratté sur Internet pour voir ce qui pouvait y avoir d'intéressant je vais te montrer ce que j'ai sélectionné moi parce que il y en a quand même à prendre et à laisser ça

Ce DVD-là je ne le connais pas, c'est un extrait de « C'est pas sorcier » ou c'est autre chose ?

Oui c'est un extrait de « C'est pas sorcier » ça dure une minute et moi je vais m'en servir pour ma séquence et alors ce qu'il y a de génial c'est qu'ils ont une maquette qu'ils font fonctionner et là c'est encore plus évident de comprendre comment le cœur se place entre les poumons et les organes là vraiment ça a fini tu vois de me clarifier le sujet

D'accord, pour toi

Pour moi on est d'accord ben oui et ce que j'ai récupéré sur Internet je me suis énormément appuyé sur la séquence proposée après avoir lu ça j'ai fais une synthèse

Une synthèse de toutes tes ressources

Oui c'est exactement ça tu vois mes brouillons il faut que je mette au propre c'est justement j'attends de voir Elizabeth pour vraiment taper après je vais essayer de la voir mercredi prochain donc tu vois voilà comment je procède comment j'apprends moi donc j'ai pris des notes de ce qui était proposé ici

Dans ce DVD

Voilà j'ai pris la vidéo Jeulin après je me suis appropriée euh cet ouvrage-là en notant ce qui était abordé tu vois les expériences les lectures qui étaient proposées et j'ai lu ça bien évidemment et à partir de là

Tu as lu quoi ?

Ben ça

Le Tavernier

Et à partir de là j'ai imprimé deux ... par contre il faut que je recherche les sources parce que tu vois par honnêteté intellectuelle il faut que je retrouve le site où j'ai trouvé ça¹²¹ donc j'ai d'abord imprimé ça pour voir comment les enseignants eux

C'est ce que tu as trouvé sur Internet

C'est ce qui me semblait le plus intéressant par rapport à la trace écrite tu vois que l'on pouvait par rapport comment mettre en place cette notion et finalement comment les enseignants avaient fait et après il faut voir que c'est une classe de CE2-CM1 mais justement je trouve que c'est énorme énorme bon c'était avant 2008 tu me diras mais il y a une expérience que j'ai retrouvée l'expérience de stéthoscope et que je vais reprendre moi aussi après une observation d'une maquette découle cette trace écrite et moi j'aurais rien compris du tout voilà et après ce que j'ai imprimé moi c'était ces expériences-là qui me semblent vraiment intéressantes et qui vont dans le sens de du Tavernier parce que tu vois tu as l'expérience avec le stéthoscope « écoute ton cœur » et là ça y est l'expérience 4 c'est le pouls autres pulsations ça y est aussi et là justement c'est ce que je te disais il y a ces deux ateliers que j'ai trouvé super : quelle quantité de sang le cœur pompe t-il ? Et donc on propose de vider un seau avec la pompe justement tu vois tu as un seau vide et une tasse ah non, c'est une tasse c'est justement là que Aurélien mon ami médecin m'a dit de prendre

C'est à ce propos-là qu'il t'a parlé de la poire ?

Oui Aurélien m'a parlé de cette pompe / poire à la place de la tasse parce que je voulais demander ce qu'il en pensait et c'est là où il m'a proposé une poire et moi aujourd'hui on est au mois de mars 3 mois après je me dis qu'il en faudrait deux poires puisque le cœur c'est deux muscles donc pourquoi ne pas faire l'expérience avec deux poires tu vois et alors là où j'hésite encore car là la proposition c'est une balle de tennis mais puisqu'il va y avoir un atelier où ils vont avoir cette sensation avec les deux poires ils vont être amenés à faire là avec la balle de tennis voilà 70 fois le nombre de pulsations/minute donc remplacer effectivement la tasse par une poire mais plutôt finalement deux je me disais voilà c'était ce que je me disais pour la modélisation quoi pour que l'on soit plus près de l'organe du cœur voilà, voilà comment je me suis appropriée

D'accord, je vois comment tu t'y es prise pour prendre connaissance des contenus que tu vas mettre en jeu dans la classe. D'accord, est-ce que tu sais un peu ce que tu vas travailler avec les élèves ? Comment tu pourrais me formuler ce qui va être en jeu dans la classe ? Ou c'est trop tôt ?

Non mais quand tu dis ce qui va être en jeu, c'est quoi ?

Le contenu que tu choisis, quels sont les savoirs que tu choisis de mettre au travail

¹²¹ Il s'agit des mêmes activités que celles analysées dans le cas de P1 (ateliers stéthoscope, vider un seau d'eau avec une tasse, serrer une balle de tennis, prendre la tension), le site en question est à l'adresse suivante : <http://www.instit.free.fr/pe2/sciences/fichecm1.htm>

dans la classe ?

Euh et les savoirs c'est ce qui apparaîtrait dans la trace écrite par exemple ?

Pas forcément, mais peut-être

Les savoirs c'est ce qui est dit là c'est-à-dire que le sang est contenu en fait c'est ce qui est en gras moi je me suis appuyée vraiment sur ça dire que le sang c'est un réseau de vaisseaux mais on l'a déjà dit quand on a travaillé sur la digestion avec la vidéo justement on a vu comment quand les nutriments étaient dans l'intestin grêle qui passaient déjà dans le sang tu vois on a déjà abordé un petit peu la circulation sanguine parce que l'on est allé jusqu'à cette étape-là où on apprend que finalement la digestion ce n'est pas seulement un trajet dans l'appareil digestif mais qu'après ça va aussi dans le sang dans les vaisseaux voilà donc les contenus ce que je veux qu'ils s'approprient comme notion c'est le fait que c'est des vaisseaux sanguins qui circulent à sens unique ça cela m'a semblé très important parce que si tu ne comprends pas ça après c'est sûr que c'est le bazar après tu vois là ils disent le cœur est une pompe qui fait circuler le sang dans les vaisseaux de l'appareil circulatoire moi j'ai envie de dire que non il est constitué de deux pompes parce qu'il me semble qu'avec tout ce que j'ai lu et entendu c'est deux pompes et pas une donc je ne comprends pas pourquoi ils disent une pompe ce sont des scientifiques donc voilà est-ce que c'est plus pour simplifier les choses ou c'est moi qui ne comprends pas donc il faut que j'aie vu Elizabeth justement

D'accord

Pour qu'elle me dise bien voilà car je trouve que quand on simplifie trop finalement on complique d'autant ou alors on enseigne des choses fausses. Et puis donc voilà le sang transporte à tous les organes du corps l'oxygène et tous les aliments. Moi je ne le dirai peut-être pas là j'attendrai la fin donc c'est ce qui est en gras en fait moi j'ai retenu ça et les expériences les ateliers que l'on va pouvoir faire les vidéos qu'ils vont voir ou les schémas qu'ils vont compléter devraient servir finalement je me suis vraiment appuyée sur ça. Encore une fois c'est des scientifiques ils ont fait ce bouquin-là je leurs fais confiance.

Donc, si je résume, ce que tu veux travailler comme type de savoirs dans la classe, c'est ce qui est en gras dans le Tavernier, qu'il y a des vaisseaux sanguins, que le sang circule à sens unique, que le cœur est constitué de deux pompes et pas d'une seule, mais là, tu vas prendre tes renseignements auprès d'Elizabeth et que le sang transporte l'oxygène et les aliments.

Oui et surtout ce qui m'a semblé important c'est qu'à un moment donné ils sachent que finalement le cœur il se place entre les poumons et les organes parce que moi ça m'a révélé quelque chose de savoir comment fonctionne le cœur par rapport aux autres organes tu vois ça a stabilisé finalement toutes mes connaissances tu vois elles sont consolidées. Voilà donc j'imagine bien mes poumons après j'imagine bien le cœur et puis les organes et ce trajet-là ça m'a vraiment aidé la vidéo dans Jeulin, ça dure une minute mais je me suis vraiment dit ça y est je comprends mais il a fallu arriver au bout quand même pour mon cerveau littéraire !

Donc, en gros, les savoirs que l'on vient de lister, c'est ce qui te semble toi important pour cette thématique ou si je le formule autrement, c'est ce qui te semble important à toi ou est-ce que c'est pour les élèves ? Expliques-moi ?

Et bien par rapport à la notion de circulation sanguine quand on dit la circulation du sang pour moi si on veut savoir ce que ça veut dire cette notion-là il faut en passer par toutes ces étapes-là

C'est le savoir un peu incontournable à propos de la circulation du sang

Oui pour moi c'est l'essentiel et en conformité avec le BO et moi avant tout je suis une fonctionnaire et donc je dois comment dire appliquer le BO.

Ok, on va revenir sur cet aspect de toute manière. D'accord. La question un peu générale c'est est-ce que, tu as déjà répondu en partie à cette question, est-ce que tu relies ces savoirs-là à d'autres savoirs, il me semble que la première fois que l'on s'est vu, tu me dis si je me trompe, mais tu voulais relier ces savoirs-là à la digestion et la respiration. Puisqu'en fait, on n'a pas commencé plus tôt¹²², parce que tu voulais auparavant

Oui, ça me semble incontournable quand on parle de circulation sanguine on voit que le sang transporte l'oxygène mais également les nutriments donc tu ne peux pas faire l'économie de la digestion et ils ne l'avaient pas vu l'année dernière au CM1

Donc, pour toi, c'est lié, il n'y a pas de

Oui moi d'après ce que j'ai lu appris et retenu oui

D'accord. Est-ce que toi, tu as un intérêt particulier pour ce sujet-là, sur la circulation du sang ? Est-ce que par exemple, tu n'as pas eu envie de faire des études médicales

Mais si ! je voulais être infirmière quand j'étais petite mais si je voulais être infirmière mais le problème c'est que les maths ça passait pas mais si mais si il y a eu l'histoire des fractions, de la trigonométrie, de tous ces concepts mathématiques que je n'ai pas du tout assimilés et j'y comprenais rien, mais rien, mais rien, et du coup voilà pourquoi je suis restée en lettres, et après les sciences effectivement j'aurais peut être pu faire un bac C ou D et le bac D, c'était les sciences, mais la part des maths était très importante

Tu avais quand même envie d'aller vers des métiers...

Oui oui, ça m'a toujours passionné, mais je ne comprenais rien, ça bloquait, mais ce n'est peut être pas un hasard si je suis enseignante, j'avais des facilités pour certaines notions, à l'époque, il y avait déjà par exemple, des classes Anglais européen et comme j'étais très à l'aise en langues vivantes, je me souviens un enseignant d'anglais m'avait dit que je n'avais pas pu être prise en Anglais européen parce que je bloquais en maths, et c'était en cinquième

D'accord, donc c'était un sujet qui a priori pouvait t'intéresser

Oui bien sûr

Ce n'est pas un sujet plus important que d'autres ?

L'unité et la diversité du vivant, tu veux dire ?

Et carrément, la circulation du sang

Si c'est un sujet plus important que d'autres ? Disons qu'il est important comme tous les autres sujets me semble-t-il et généralement je fais un lien avec l'éducation à la santé c'est important de donner du sens aux apprentissages justement j'ai un enfant qui est asthmatique dans la classe donc et les enfants les élèves de la classe justement ont le regard toujours avec beaucoup de sympathie tu vois quand il prend la parole

Vis-à-vis de cet élève

¹²² Le recueil des données dans la classe

Oui quand il prend la parole c'est jamais très fort et ils sont assez attentifs c'est important d'autant plus si on le relie à l'éducation sur la santé.

Ok. Bon maintenant, je vais essayer de savoir un petit peu qu'est-ce que c'est pour toi l'enseignement des sciences d'une façon générale et ensuite on ira voir plus en détails l'enseignement de ce sujet-là.

L'enseignement des sciences...

Comment mets-tu en place des situations en sciences qu'est-ce qui est important pour toi dans l'enseignement des sciences ? Comment tu mets en œuvre cet enseignement ? Comment tu le démarres ? Est-ce que tu pars de ce que disent les élèves ?

Toujours je te parlais de la démarche d'apprentissage je relis mes notes par investigation /structuration, c'est important de partir de leurs observations de leurs représentations de mettre en place une expérience pour l'appareil digestif je ne l'ai pas fait j'ai pris des photos de dissection du lapin de la collègue mais par exemple pour l'appareil respiratoire j'ai commandé l'appareil respiratoire d'un mouton que l'on va observer en classe je crois qu'il faut que ça passe par de l'observation directe par de la modélisation aussi

Tu la situes comment la modélisation par rapport à l'observation ?

Je pense qu'il faut partir du vécu de ce que l'on voit comme pour tout concept il faut vivre le vécu le perçu et le conçu donc j'essaie de respecter ces trois étapes. Le vécu ça va partir d'une observation directe ou d'une vidéo comme une vidéo je donne des exemples c'est peut-être plus parlant il me semble que c'est plus clair pour l'appareil digestif j'avais pris la déglutition tu vois une image de quelqu'un de vivant qui avale et on voit le trajet du bol de la bouche en passant par le tube digestif après ça je prends un schéma c'est ce que je vais faire pour l'appareil respiratoire

Donc, tu pars de l'observation

Représentation, d'abord les représentations

Représentation des élèves

D'abord, une représentation avec un schéma

Tu m'as dit que tu partais plutôt du vécu par observation directe ou d'une vidéo

Voilà soit la vidéo on va partir du mouton pour l'observation du vécu on va voir un vrai appareil respiratoire donc voilà ce que je fais

Et ensuite, tu passes à des schémas, tu m'as dit

Oui, après je passe à un schéma

Qu'ils complètent

Oui voilà est-ce que je l'ai ici pour que tu puisses voir tu vois le voilà j'ai ce schéma-là

D'accord

On le complète on met un titre ensuite on l'a modélisé tu vois je modélise et là pour l'appareil respiratoire je vais faire pareil et ce que j'aime bien aussi c'est parler avec eux du protocole expérimental c'est-à-dire que je vais leur demander par quoi on peut remplacer l'estomac ou par quoi on va pouvoir remplacer les poumons pour qu'ils essaient déjà de voir un petit peu dans leur vécu justement pour aller du vécu au perçu je pars de ce que eux ils pourraient imaginer par exemple je suis claire ? C'est-à-dire qu'est-ce que l'on pourrait prendre pour représenter les intestins

D'accord, pour faire la maquette

Oui pour modéliser c'est bien la même chose que faire une maquette, on est bien d'accord

Hum

Non c'est pas la même chose enfin bon et après on se met d'accord et généralement on arrive à des choses on a pris la ficelle la corde pour les intestins et après on essaye de faire fonctionner cette maquette-là il y avait la balle de ping-pong qu'il fallait faire passer dans l'appareil digestif et là on en est venu à une autre question finalement le pain comment il fait pour descendre est-ce que c'est par gravité enfin je n'ai pas dit gravité mais est-ce qu'il descend tout seul on s'est rendu compte que lorsque l'on mettait la balle dans le collant il fallait passer etc.

Donc les représentations des élèves, une observation, un schéma et une modélisation.

Oui observation pour partir du vécu après on passe au perçu avec c'est la modélisation pour moi et après la conception c'est le schéma notamment je ne l'ai pas fait comme expérience car il fallait que j'avance aussi je leur ai montré une vidéo et après cette vidéo on a fait un croquis c'est la première fois cette année que l'on faisait un croquis on l'a fait

Pour montrer que les nutriments passent dans le sang

Comme un zoom, on avait l'intestin, on a colorié

D'accord, donc ça, ils l'ont vu, avec les élèves de cette année-là, c'est ce que tu as fait pour la digestion

Oui c'est ce que j'ai fait pour la digestion mais c'était une vidéo on n'a pas fait l'expérience.

D'accord, donc je vois un peu quels types de matériels tu utilises, quels types d'activités tu mènes. Au niveau de l'organisation de la classe, est-ce que ça suppose pour toi du travail de groupes ou pas forcément, est-ce que tu as l'habitude de fonctionner en collectif

Si si

Est-ce que tu as une façon particulière de fonctionner en sciences ?

Pour la modélisation ils sont forcément par groupes quand ils font des recherches quand ils ont construit la maquette qu'ils ont fait passer la balle dans le collant ils étaient par groupes bien sûr. Là pour euh je me projette dans la séance de l'appareil digestif là ça dépend on a de l'individuel quand il y a les représentations ensuite quand il y a l'observation c'est plutôt du collectif forcément ils sont autour de moi ou devant la télé ils voient la vidéo mais je trouve euh je ne l'avais pas fait pour l'appareil respiratoire mais pour l'appareil digestif sur les représentations individuelles je reviens un peu en arrière je trouve que c'est intéressant aussi une fois qu'ils ont fait leur représentation individuelle qu'ils confrontent aussi par groupes comme ça c'est plus facile d'afficher que tout le monde s'y retrouve d'afficher les huit productions de chaque groupe car tu ne peux pas afficher les 23 enfin ça me semble très complexe voilà mais ils sont amenés à confronter leurs points de vue quand ils sont en situation de recherche pour la maquette notamment euh ils sont ... mais c'est pas la même formation de groupes tu vois pour l'appareil respiratoire ils vont faire des expériences mais qui vont apporter un éclairage complémentaire par exemple il y a un groupe qui va faire l'expérience avec le miroir tu sais pour les échanges gazeux un autre qui tu vois tout le monde ne va pas le faire

Ils vont avoir certains ateliers, mais pas forcément tourner à tous

Voilà, ce qui fait que, c'est que

Et ça, c'est important pour toi, il faut que les élèves fassent des manipulations en sciences ou pas forcément

Pour moi s'il y a un domaine où il faut en faire c'est bien là quand même quoi non ce n'est pas possible autrement

D'accord, donc j'ai vu que tu cherchais des liens aussi un peu avec la vie quotidienne dans certaines de tes propositions, tu veux aussi le raccrocher à l'éducation pour la santé

Oui

Est-ce que je peux te demander ce que c'est pour toi, une démarche d'investigation ?

Alors investigation faire une investigation c'est faire des recherches donc euh

Est-ce que ça te dit quelque chose

C'est construire

Est-ce que c'est quelque chose que tu fais ou ça ne t'évoque rien, c'est possible aussi

Investigation c'est faire des recherches qui t'apportent une réponse à une question posée et donc ces recherches passent par des expériences voilà mais aussi par l'observation puisqu'il faut savoir observer car si tu ne sais pas observer tu auras beau faire des expériences tu ne pourras pas faire le lien entre les résultats. Ce que j'ai retenu des sciences aussi c'est quand tu fais une expérience il ne faut changer qu'un paramètre ça c'est bien ça si tu veux prouver quelque chose tu ne changes qu'un paramètre dans le dispositif ça c'est quelque chose qui

Qui t'avais surpris

Ça avait été une révélation je sais pas si c'était une surprise mais surtout une révélation finalement pour pouvoir prouver quelque chose c'est ça aussi une démarche d'investigation c'est que quand tu mets en place des expériences il faut qu'il y ait qu'un paramètre qui bouge tu vois pour les plantes que la lumière que la température ça c'était des choses qui m'avaient éclairée aussi sur la démarche scientifique je l'ai assimilé comme ça tu le connais comme moi le BO qu'est-ce qu'il dit sur le « pratiquer une démarche d'investigation, savoir observer, questionner » et puis après c'est tout ça en fait pour moi c'est ça ... oui, quand je parlais de paramètres c'est mettre à l'essai plusieurs solutions en variant un seul paramètre

D'accord, je reviens à la circulation du sang et est-ce que, d'après toi, c'est un sujet qui peut faire difficulté auprès des élèves, est-ce que tu t'attends à ce qu'il y ait certains obstacles, certaines choses qui pourrait poser problème et si tu peux, éventuellement, me dire lesquels ?

Ah ! C'est super compliqué la circulation sanguine ! je pense personnellement que c'est la notion la plus complexe à enseigner mais vraiment la plus complexe car quand je vois à quel point déjà pour l'appareil digestif ils ont eu des difficultés alors qu'il me semble que c'est plus simple par exemple quand je les ai évalués il y en a plein qui m'ont dit que le trajet des aliments passait aussi par le foie et le pancréas alors que j'ai dit 150 fois que non que non que non on les avait même coloriés en rouge tu vois pour qu'ils fassent bien la différence avec les autres organes de l'appareil digestif qui là étaient des contenants tu vois et là quand je vois à quel point ils achoppent sur l'appareil digestif alors après ce qu'il y a de bien finalement l'appareil respiratoire je trouve qu'il y a des transpositions à faire et euh là quand je leurs ai demandé leurs

représentations hier tu vois j'étais assez satisfaite parce que quand je leurs ai demandé à nouveau de faire le trajet et bien là c'était plus simple finalement pour eux

Et pour la circulation sanguine ?

Ah ! Mais quand je regarde ça j'ai l'impression que c'est le moteur d'une voiture, *rires*, et moi le moteur d'une voiture franchement voilà quoi ! *Rires*, rien, rien, quand je vois ça je me dis mais c'est quoi ce truc ?! Alors que finalement une fois qu'on a travaillé sur l'appareil digestif moi je me dis pourquoi ne pas leur montrer ce schéma-là à la fin on est bien d'accord mais voilà dans la classe y'a déjà l'appareil digestif et la maquette après l'appareil digestif je vais mettre l'appareil respiratoire je vais le mettre en parallèle

Alors pour arriver au concept de circulation sanguine dont tu m'as dit que c'était un concept très compliqué

Ah ! Oui !

Quels sont ... est-ce que tu peux pointer une ou des difficultés ?

Une ou des difficultés...ben déjà de faire le lien entre ce qui est schématisé et ce qu'on a dans son corps l'appareil digestif et l'appareil respiratoire et en plus les muscles quoi et on n'a pas travaillé sur la locomotion euh donc les obstacles c'est de faire le lien voilà tout ce qui est représenté à quoi ça renvoie en plus là tu vois y'a le gros intestin et l'intestin grêle et là c'est pas tout à fait pareil ça me perturbe tout ça donc y'a ça comme difficulté faire le lien et après les liens entre les différents organes savoir que ça c'est l'appareil digestif ça l'appareil respiratoire donc le cœur et le lien entre tout ça par où ça passe où ça commence et où ça fini

Voilà a priori pour toi ce qui risque faire difficulté dans ce sujet

C'est pour ça qu'il faut voir des vidéos observer manipuler avoir compris que le cœur il fait passer le liquide d'un endroit à un autre et il faut en passer par cette manipulation-là quoi et puis quelque fois faire des photos aussi partir de la photo pour aboutir au dessin je pense que ça ça pourrait être pas mal ça pourrait les aider

D'accord

Parce que ils le font après il y a la photo et après il y a le schéma tu as toujours ces trois étapes-là vécu perçu, conçu je trouve que c'est j'avais lu un bouquin là-dessus, c'était l'apprentissage de l'abstraction de Britt Mary Barth et j'essaye de toujours dans les étapes de penser à ça quelles sont les 3 étapes je passe par où pour arriver à quoi et ce n'est pas forcément évident à mettre en œuvre mais euh il faut tendre vers on va dire

Alors, est-ce que tu saurais me dire de quelle façon, à ton avis, les élèves apprennent en sciences, est-ce que avec ton expérience tu peux expliciter comment ils entrent dans les sciences, quelles sont les façons par lesquelles ils peuvent éventuellement apprendre, et comment toi sachant ça, tu vas créer des conditions pour qu'ils apprennent les sciences ? Et du coup, est-ce que tu prévois des aides des documents sur lesquels tu vas prendre appui ?

Comment les élèves apprennent les sciences ?

Comment penses-tu qu'ils apprennent les sciences ?

Comment tu penses qu'ils apprennent les sciences ? Ben je pense qu'ils regardent pas mal d'émissions déjà « C'est pas sorcier » c'est vraiment des émissions qu'ils connaissent ils n'ont pas du tout été surpris quand je leur ai montré le support comment ils apprennent les sciences ? Comment ils apprennent les sciences ? par

rapport aussi à ce qu'ils entendent chez eux tu vois ils apprennent aussi par leur entourage, avec ce qu'ils entendent de la famille et je pense que lorsqu'on leur apprend des choses ils font le lien après parce que peut-être qu'ils observent donc ils apprennent les sciences par l'observation ça c'est clair ils apprennent par l'observation par ce qu'ils voient ce qu'ils entendent et ils font du lien forcément avec ce qu'ils apprennent en classe oui

Bon, maintenant, on va centrer sur ce qu'ils apprennent en classe, comment à ton avis, ils apprennent en classe ?

Comment ils apprennent en classe ? Moi je tiens énormément quand on observe quand on fait des expériences à ce qu'ils reformulent à l'oral je passe beaucoup de temps non pas beaucoup je tiens à ce qu'ils reformulent ce qu'ils observent qu'ils disent ce qu'ils en pensent ce qu'ils en déduisent j'ai commencé à le faire en histoire mais pas encore en sciences c'est-à-dire que ils reformulent à l'oral ensuite je me mets devant mon ordinateur eux devant leur fiche et là on reprend ensuite

Tu veux dire à l'écrit

Oui il y a une trace écrite on apprend aussi c'est en retenant donc il faut écrire ce que l'on a dit à l'oral des paroles orales vers l'écrit et puis après il faut apprendre un petit peu par cœur il faut savoir que cet organe-là ça s'appelle l'estomac, ils n'ont pas eu de mal ils n'ont pas confondu quand j'ai évalué ça ils l'avaient bien retenu voilà je pense que c'est comme ça aussi qu'ils apprennent.

Bon, donc, tu m'as dit, ils apprennent par l'observation ce qu'ils entendent, ce qu'ils voient, tu es soucieuse de les faire reformuler à l'oral et ensuite tu passes à de l'écrit pour fixer ce qui a été reformulé

De façon individuelle et collective donc je travaille à la fois pour les auditifs et les visuels et aussi pour ceux qui ont besoin de manipuler parce qu'il y en a qui apprennent en faisant donc d'où l'importance de ces expériences de ces manipulations parce que l'on apprend en faisant voilà

D'accord. Concernant plus particulièrement l'apprentissage de la circulation du sang, est-ce que tu as une idée de la façon dont les élèves vont apprendre la circulation du sang en particulier parce que, sans doute, tout ce que tu m'as dit précédemment reste valable, mais est-ce que pour ce savoir-là en particulier, tu y vois autre chose qui serait nécessaire pour qu'ils l'apprennent

Attends, reprend s'il te plait

Tu m'as expliqué que les élèves apprenaient en observant en écoutant en entendant

En manipulant

Aussi, en manipulant, que tu étais soucieuse de les faire manipuler, ensuite que tu passais à la reformulation orale et l'écrit, je dirai que ça, c'est une façon générale, est-ce que concernant la circulation du sang, il y a autre chose que tu ajouterais à ça, est-ce que c'est un savoir qui peut poser d'autres difficultés à l'apprentissage, ou est-ce que ce schéma général reste valable pour la circulation du sang, ou alors est-ce que tu as une démarche plus particulière que tu voudrais mettre en place ?

Par rapport à la circulation sanguine

Est-ce que tu penses que ça justifie d'aborder les choses autrement, est-ce que tu procédera un peu plus différemment de ces lignes générales que tu m'as données ou bien elles restent valables ? C'est tout à fait possible

Au stade de ma réflexion là actuellement

Ce serait à peu près pareil

Je ne vois pas

D'accord, pas de souci

Non, non, mais c'est bien de me poser la question, du coup, je vais y réfléchir

Est-ce que, mais c'est peut être trop tôt, parce que tu es dans la respiration, mais est-ce que, mais on y reviendra, si c'est une question que tu travailles après, est-ce qu'il y a un élément particulier que tu penses devoir traiter d'une façon un peu différente de ce que tu fais d'habitude, c'est peut-être trop tôt, on y reviendra quand on préparera les séances

J'espère que je pourrai emprunter la maquette qu'ils ont au point sciences avec un bonhomme où l'on enlève la tête le cœur et tout tu vois je l'ai prévu là et pour l'instant pour l'appareil digestif je n'ai pas été le chercher j'espère que Elizabeth pourra, que personne ne l'aura emprunté, normalement je vais essayer d'y aller mercredi

Ne t'embêtes pas, on reviendra sur ces questions lorsque tu seras sur la préparation des séances de la circulation du sang, parce que là, tu es dans la respiration, ce n'est pas très clair

Oui mais c'est bien d'avoir ce cap-là et de savoir parce que tu vois à un moment donné je me disais l'expérience des nutriments qui va dans le sang on le verra plus tard et en fait je me suis rendu compte justement en allant jusqu'à la fin de tous ces concepts notamment la circulation sanguine que c'était essentiel donc tu vois je crois que justement il faut avoir une vue d'ensemble globale synthétique pour ensuite pouvoir choisir avec le plus de pertinence possible les expériences que l'on va montrer aux enfants depuis l'appareil digestif je m'étais dit oui ça passe dans le sang du coup je crois qu'il faut aller jusqu'au bout ça fait vraiment un bloc en fait et c'est important d'aller jusqu'au bout pour déterminer les séances que tu vas mettre en place les notions et comment tu vas les aborder

D'accord. Je voudrais explorer un dernier point qui est, on l'a déjà aussi en partie abordé, mais quelle est ta définition d'une démarche d'investigation, que tu appelles démarche scientifique, j'ai l'impression que c'était un peu pareil

Pour moi, la démarche scientifique, c'est une démarche d'investigation

Je voudrais savoir comment tu comprends que l'on doit faire des sciences à l'école ? Est-ce que tu te sens obligée de mettre en place une démarche particulière ou est-ce que tu fonctionnes comme tu as envie de fonctionner, autrement dit, est-ce que tu fais attention aux prescriptions qui sont données dans les différents textes officiels, les documents d'accompagnement des programmes ?

Ça, c'est incontournable

C'est incontournable

Ça le BO c'est incontournable c'est la compétence de base de l'enseignant de toute façon tu ne peux pas valider une année de formation on voit que l'on a des stagiaires s'ils ne respectent pas le BO

J'ai envie de dire, tu as quelques années d'expériences, tu pourrais éventuellement t'affranchir d'un certain nombre de choses

Non pas le BO

D'accord

Non je suis très obéissante je suis très très obéissante

Donc, tu n'as pas une déclinaison personnelle d'une démarche particulière, tu te réfères aux textes, on va dire

Non seulement je me réfère aux textes mais en plus je leurs fais confiance voilà, dans le BO de 2008 la démarche d'investigation c'est comme ci comme ça qui je suis moi pour mettre en cause en doute cette recommandation-là tu vois

Qu'est-ce que tu comprends de cette démarche, comment tu la déclines ?

Comment je la décline, je comprends que c'est la plus adaptée à la construction des savoirs des enfants et je me dis que de toute façon si je ne fais pas comme ça je vais passer des séances affreuses en sciences qu'ils ne vont rien comprendre que moi je vais avoir des enfants au mieux je serai dans un rapport de transmission orale et collective des savoirs au pire j'aurai le bazar rires

Tu suis les différentes étapes que tu m'as décrites tout à l'heure, prendre les représentations des élèves, tu m'as dit euh

J'ai relu le BO je ne suis pas compliqué la vie observer manipuler

Passer au schéma et puis à la modélisation en choisissant des matériaux, par exemple pour faire fonctionner, donc tu suis ces étapes qui sont proposées, parce que pour toi, c'est ce qui va favoriser la construction des savoirs pour les enfants, c'est ce qui est le plus adapté

Oui finalement encore une fois pour moi qui n'ai pas un cursus scientifique quand je le fais je m'y retrouve donc si moi-même je m'y retrouve je suis à l'aise je pense que j'arriverai à mettre en place des situations favorables aux apprentissages pour les élèves, si moi-même je suis à l'aise dedans et ça c'est des petites expériences que je fais mais souvent sur n'importe quel domaine quand je vois un exercice quand je cherche un exercice à faire faire aux enfants je me fie à mon ressenti j'essaye d'anticiper les obstacles et si j'ai ce ressenti que ça va être trop difficile je ne le fais pas et comment dire il faut anticiper quand même et voilà quand je ressens ça quand il me semble que c'est trop je vais prendre un exemple dans le DVD sur la respiration quand je m'en suis servie pour voir un peu ce qu'il proposait pour la circulation l'enseignante passait pour l'appropriation du concept de la circulation sanguine juste par une lecture documentaire avec un schéma et bien moi

Ça ne t'a pas semblé être adéquat, ça ne te parlait pas

Non ça ne me parlait pas et ce n'est que après justement m'être projetée dans les ateliers qui sont proposés et avoir vu les vidéos de « C'est pas sorcier », que j'ai eu l'impression de m'être appropriée la notion tu sais que je suis en train de te répondre et je ne sais même plus la question que tu m'as posé

La question, c'était de savoir si tu modifiais des choses par rapport à la démarche et tu me disais que dans le DVD, tu trouvais que c'était trop compliqué, la façon de présenter

Oui parce que voilà on passe directement à une lecture il n'y a pas d'observation enfin là il ne m'a pas semblé qu'elle proposait une vidéo je l'ai assimilé comme ça il y avait des étapes qui me semble-t-il n'étaient pas proposées et voilà c'était trop abstrait la question c'était abstrait et finalement on faisait pas construire mais après peut-être que de très bons élèves eux ils peuvent mais peut-être que je sous-estime mes élèves

Alors, j'ai une autre question relative au programme, laisse-les ouverts parce que je crois que tu es dessus là, tu connais l'intitulé du programme, là de ce que tu es en train de traiter

La diversité du vivant

Et donc là, tu es dans première approche des fonctions de nutrition, digestion et respiration et circulation sanguine. Avec cet intitulé-là, toi, comment tu interprètes les

choses, comment tu penses que l'on doit aborder la circulation du sang à partir de cet intitulé de programme, qu'est-ce-que tu en comprends ? Comment interprètes-tu le programme qui propose d'aller vers ces savoirs-là, qu'est-ce-que tu en comprends, il faut l'aborder de quelle façon ?

Euh de quelle façon en commençant par la digestion on ne peut pas en faire abstraction

Donc dans cet ordre-là, digestion, respiration et circulation du sang

Ben écoute ...

Je t'embête

Non parce que c'est des questions qui faut se poser effectivement parce que moi aussi je mets en cause parfois dans les progressions des fois on va parler du français je me dis est-ce que je commence par le groupe nominal le complément circonstanciel

Et voilà, en fait, c'est un peu ça

Tu ne m'embêtes pas du tout et c'est vrai que c'est important justement comme je te le disais tout à l'heure lorsque je leur ai demandé leurs représentations sur l'appareil respiratoire hier je les ai senti beaucoup plus à l'aise c'est justement pour ça que la question est pertinente

Du coup, toi tu as fais

J'ai fais dans l'ordre

Tu as fais dans l'ordre

Je fais dans l'ordre car il y a des progressions qui sont proposées la digestion au CM1 la respiration au CM2 avec la circulation sanguine dans notre école

Alors, je vais poser une dernière question, quand tu fais des sciences, tu les fais pour les élèves, pour les parents, pour les inspecteurs, pour les formateurs, à qui tu t'adresses et quelles sont les influences que tu prends en compte lorsque tu fais ça ?

L'élève est au cœur des apprentissages, rires je te récite ma leçon, si j'ai choisi de faire ce métier

Et le discours officiel, je ne sais pas, les inspecteurs, tu ne les vois peut être pas beaucoup, mais est-ce que tu as des injonctions auxquelles tu te sens obligée de répondre ?

Par rapport aux sciences ?

Oui

Mais j'ai aucun retour de la part des inspecteurs je n'en ai aucun je réfléchis

Donc, tu fais en fonction de ce que tu comprends et de tes interprétations des programmes, des

Généralement j'ébauche une séquence et après j'y travaille avec le conseiller pédagogique

Oui, donc tu vas voir Elizabeth et vous en discutez

Il m'arrive aussi de construire des séquences avec les collègues quand même

D'accord

Pour les sciences, je ne me souviens pas d'avoir eu des injonctions par un inspecteur

Non, je ne sais pas, tu aurais pu participer à un stage où l'on t'aurait dit, il faut faire comme ça, comme ça, comme ça

Je ne participe à aucun stage j'ai des animations pédagogiques après effectivement Elizabeth propose des journées point sciences le mercredi mais pour l'instant je n'y suis pas allée par rapport au point sciences je fonctionne comme ça

Tu y vas, quand toi tu en a besoin, tu vas chercher ton matériel et discuter avec elle

Voilà c'est comme ça que je procède

Voilà j'ai terminé avec mes questions, je te remercie, si tu veux ajouter quelque chose

L'aspect éducation à la santé je compte le faire en ICM (instruction civique et morale) je fais ainsi des projets et par exemple le don du sang je peux le faire en ICM comme on travaille en ce moment sur la solidarité et donc le don du sang c'est aussi une question de solidarité et cette séance-là le don du sang je la voyais pas forcément en sciences mais en ICM je le ferais un lundi le don du sang et comme ça ça ira bien avec la solidarité. Ma séance 6 ça sera l'évaluation mais tu n'es pas obligée d'être là pour l'évaluation peut-être c'est pas grave si t'es pas là.

2. ENTRETIEN ANTE S1, 2, 3

Y a-t-il des choses qui ont bougé par rapport à tes prévisions de séquence ?

Oui y'a des choses qui ont bougé quand j'ai construit ma séquence. Alors S1 représentations des élèves S2 notion de circulation fermée du sang à sens unique en partant de documents artériographie et radiographie pour comparer et la vidéo de « C'est pas sorcier » « comment le sang circule dans notre corps ? » S3 rythme cardiaque et activité physique compter les battements cardiaques et les fréquences respiratoires pendant une séance de sport après on va exploiter ces données-là pour se demander à quoi sert le cœur l'exploitation des résultats c'est faire le lien entre le cœur les poumons les organes la trace écrite c'est « lorsqu'on court, on fait travailler davantage nos organes, on respire plus vite pour que l'oxygène alimente nos organes ». Et en fait la problématique c'est à quoi sert le cœur en tenant compte en fait il faut exploiter les mesures qu'on aura pris quand on aura mesuré le pouls et le nombre d'expiration inspiration tu vois ça sera pendant la séance de sport qu'on va faire ça ; tu vois je prends des données physiologiques pendant un cours d'EPS. En S4 je vais peut être me lancer dans la dissection du cœur finalement

Donc le changement est en S4 avec la dissection du cœur ?

Oui parce que comme ça je peux aller du vécu au perçu et ensuite au conçu. Le vécu pour moi c'est la dissection le perçu c'est la schématisation et la modélisation par exemple avec la respiration c'était le mécanisme des mouvements respiratoires. Je me disais que ça pouvait être intéressant de passer par la dissection du cœur et partir de ce qu'ils voient et voir qu'il y a bien deux pompes le cœur gauche le cœur droit. Après il va falloir que je maîtrise la dissection c'est tout !

On peut regarder les contenus des différentes séances ? Peux-tu les lister ?

P2 reprend ses documents écrits et lis ce qu'elle a écrit et notamment les traces écrites prévues.

S1 : représentations confrontations des points de vue pour montrer ressemblances et différences et faire émerger des hypothèses, que faire pour valider les réponses ?

S2 : le contenu c'est la trace écrite. Le sang circule à sang unique dans des vaisseaux ; il passe par les organes et les poumons qui sont reliés au cœur.

S3 : constater que plus on fournit un effort physique, plus on respire vite et plus le cœur va vite, voilà. La séance d'EPS permet de prendre des données physiologiques et en sciences c'est à quoi sert le cœur et exploiter ces données pour aller plus loin et donc pourquoi le cœur bat-il plus ou moins vite justement et le savoir c'est on respire plus vite pour que l'oxygène alimente nos organes, voilà, parce que l'oxygène se trouve dans le sang qui circule plus vite grâce au cœur .

S4 : la dissection du cœur, ben, c'est ce que j'ai mis, le cœur est un muscle puissant et creux dans lequel passe le sang, etc... Deux pompes reliées aux poumons et aux organes. C'est l'élément central entre les poumons et les organes. Son rôle c'est de propulser le sang qui circule dans les artères et les veines dans tout l'organisme. Là, y'aura une vidéo.

S5 : le rôle du sang : assure le transport des nutriments et de l'O₂ et débarrasse des déchets. Alors, attends, quel est le rôle du sang dans le bon fonctionnement du corps ?...quel est son rôle, eh bien il assure le transport des nutriments, oui, voilà, venant de l'intestin, donc voilà il faut relier avec l'appareil digestif en fait, donc voilà le rôle du sang c'est de transporter l'oxygène et de débarrasser aussi des déchets, je sais pas si on va arriver à trouver ça, l'urée et du CO₂, voilà !

Bon donc je pense qu'au niveau des savoirs je suis au clair après on verra au niveau de la pédagogie. Donc je suis très contente de moi *rires* ! C'est là où ça va être compliqué !

Est-ce que tu prévois des difficultés, des obstacles, des erreurs pour les élèves ?

Alors si je reprends les séances dans l'ordre, S1 S2 non, euh, je me rends compte en relisant mon affaire que j'ai pas prévu de support pour qu'ils travaillent et là je pense qu'ils vont pas pouvoir le deviner qu'on respire plus vite pour que le sang alimente plus nos organes en oxygène. Tu vois là je me rends compte que j'ai pas donnée de support et il faut absolument qu'ils puissent valider ça de l'intuitif je dirais par un document et là il me manque quelque chose c'est déjà un obstacle oui, il faut que je cherche un support des documents une vidéo donc ça me convient pas. D'un autre côté ce qui va m'aider à trouver un support c'est les représentations quand même qu'ils vont me donner comment ils vont rentrer dans le concept de circulation sanguine à la fin de la deuxième séance ça va m'aider aussi mais là ça manque je vais être dans du transmissif si je leur donne pas de quoi valider donc ça va pas y'aura pas de construction des apprentissages de leur part ce qui fait que je fais pas mon travail de pédagogue quoi ! Là en me relisant j'ai l'impression que je vais transmettre une notion, point.

Est-ce que je comprends bien ? Quand tu lis tes traces écrites, ce sont en fait tes institutionnalisations ?

Euh c'est un projet d'institutionnalisation mais la trace écrite elle va se construire avec les élèves mais moi je projette déjà j'anticipe et je veille à ce que ce soit en cohérence avec mon objectif et ma problématique parce que quand je prépare je me définis des problématiques tu vois (*en montrant les préparations*) et mes séances répondent à ça ; c'est comme une dissertation en fait en littéraire que je peux être, *rires*, je pense qu'un cours de science c'est comme une dissertation avec ma problématique mon plan et ma trace écrite reprend effectivement je veux démontrer que voilà et ça ça ça grâce à ça ça ça

Tu prévois des écrits particuliers ?

Les élèves écrivent toujours en cours de sciences ; il faut une trace écrite une leçon une institutionnalisation. Ils écrivent aussi les questions qu'ils peuvent se poser ils écrivent les expériences qu'ils pensent mettre en place pour répondre à ces questions ; ils ont un classeur d'expériences ils peuvent dessiner des expériences des idées des questions des idées d'expériences des résultats etc.

Tu crois qu'il peut y avoir des soucis dans la conduite de cette séquence ? Des difficultés ?

Euh... il faut savoir que cette question « à quoi sert le cœur ? » ce sont eux qui l'ont posée quand on a parlé de l'appareil respiratoire après la course ils ont dit que le cœur battait plus fort et dans les questions qu'ils se posaient c'était à quoi servait le cœur donc ils voulaient qu'on y réponde mais j'ai dit qu'on allait y répondre mais pas tout de suite donc euh... les obstacles les soucis là pour l'instant je sèche..... euh peut être la différence entre les artères et les veines mais euh... les artères et les veines euh, ...les veines, c'est facile c'est ce qu'on voit et les artères on les voit pas d'après ce que j'ai compris donc ça peut les aider ça à faire la différence voilà les artères on les voit pas et les veines on les voit mais à part ça

Alors là en disant ça tu me montres ton poignet...

Oui là ce qu'on voit c'est les veines et les artères on les voit pas d'après ce que j'ai compris mais bon je sais pas je dois dire des bêtises là les artères sont à l'intérieur oh je sais pas elles sont à côté des os je crois enfin sur les os je sais plus je dis plein de bêtises j'ai l'impression de dire des énormités bon tu me reprendras pour pas que je dise des bêtises...Ok alors ça doit être un obstacle pour les élèves si déjà moi je suis pas au clair ! Ah oui et les artères c'est ce qui a l'oxygène et les veines c'est ce qui a le dioxyde de carbone ; ça je l'ai compris je suis sûre de moi. Alors voilà il faut aborder ça pour arriver à la notion de circuit fermé dans des vaisseaux ; il y a des artères et des veines les artères c'est ce qui amène les nutriments et l'oxygène et les veines ce qui rapportent les déchets et le CO₂

Donc là tu as listé deux types de difficultés, l'absence de support en S3 et ...oui ?

Et les artères d'après ce que j'ai compris c'est blanc quand on dissèque

Et les veines ?

Et beh c'est pas blanc, *rires*

Tu viens d'évoquer la deuxième difficulté pour les élèves : la différence entre artère et veine et il y en aura d'autres qui risquent venir après

Oui certainement et puis pour l'instant mais là j'ai mon cap mais je vais changer sans doute des choses en fonction d'eux j'adapte. Euh je réfléchis... mais par rapport au concept le schéma mais c'est pour ça que j'ai rajouté la dissection du cœur parce qu'il me semblait qu'il fallait passer par du vécu justement pour arriver au concept il me faut quelque chose de concret et je pense que passer au schéma de la circulation sanguine ça va être très compliqué ça va être un obstacle je pense et la représentation est quelque chose qui pose obstacle.

Tu va le faire construire ou tu vas le leur donner ?

Euh... pour le cœur on va disséquer et après je vais leur donner le schéma du cœur à compléter mais je vais adapter par rapport au manuel et moi ce que je vais faire je vais leur donner le cœur droit déjà complété et ils auront que le cœur gauche à compléter en fait en symétrie pour voir qu'il y a un rôle spécifique pour le cœur droit et un autre pour le cœur gauche. Ça va peut être les aider à comprendre la notion d'artère et de

veine ça parce qu'il y a un côté où il y a des artères et de l'autre des veines d'après ce que j'ai compris. Voilà donc ça c'est un obstacle et j'avais anticipé en leur donnant la moitié du schéma à compléter oui. Donc là y'a la dissection ça c'est du vécu après avec la vidéo ça c'est du perçu et après on arrive à du conçu avec le schéma donc j'ai essayé de respecter ces trois étapes-là pour qu'ils voient en vrai le cœur ensuite il le voit en maquette et ensuite on le voit en schéma donc pour palier à cet obstacle-là j'ai pensé aux trois étapes voilà. Voilà je m'y remets parce que quand on prépare sa séquence on est tellement dedans là je m'y remets et je m'y remettrai encore avec l'apport des enfants de toute façon voilà j'avais effectivement essayé d'anticiper ces obstacles-là en cherchant des supports. Mais il faut que je regarde un peu plus pour la séance « à quoi sert le cœur »... et là je continue à m'y remettre justement en fait « à quoi sert le cœur » c'est deux séances en fait tu vois et j'ai compris...en fait c'est ça ... euh, c'est pour ça que j'ai amené la dissection que j'avais pas prévue au début voilà et maintenant j'ai la dissection la vidéo et le schéma à compléter mais ça va être très lourd en une séance je me demande s'il va pas falloir que je déplace quelque chose..... (*Très long silence*).... y'a quelque chose qui cloche là y'a quelque chose qui manque je le sens pas là là ça me semble cohérent mais là ça me choque je vois pas pourquoi je les enverrai sans support là.

Est-ce qu'on peut voir maintenant des prévisions plus spécifiques pour des élèves en particulier ?

Y'a des élèves pour lesquels l'apprentissage de l'abstraction n'est pas possible ; ils ont des difficultés d'apprentissage dus à cela d'où l'intérêt quand je prépare mes séquences je pense aussi à eux par rapport à ces expériences ces manipulations qui permettent de les amener vers la perception de la notion euh d'où l'intérêt de partir d'expériences concrètes de données qu'ils vont mesurer comme la séance du rythme cardiaque

Alors est-ce que tu peux nommer des élèves en particulier ?

Les élèves que j'oriente en SEGPA, eux sont en grande difficulté donc oui tu veux des prénoms dans la classe ? J'ai Djin Mimo Djin en particulier il y aura des difficultés j'ai une élève non francophone dans la classe elle est d'origine russe et elle n'a pas de problème d'apprentissage c'est juste la barrière de la langue donc en ce moment quand elle est dans la classe le matin en français je la fais travailler sur les champs lexicaux du corps humain pour qu'elle soit pas perdue. Sabi pas de problème c'est une enfant-pilote je m'appuie sur elle et sur Cher et je m'appuie aussi sur des élèves en difficulté mais qui au niveau des expériences en sciences finalement comme c'est concret qui n'ont aucun mal à émettre des hypothèses sur les expériences qu'on pourrait mettre en place ; on part du concret et ça aide énormément. Cham a des difficultés en mathématiques mais là ça devrait aller. Loue en sciences en culture scientifique il est pas mal il se débrouille bien.

Alors maintenant une question très générale : qu'est-ce qu'un savoir scientifique ?

*Silence...*y'a une démarche spécifique aux sciences y'a une démarche d'apprentissage spécifique j'enseigne pas l'anglais comme j'enseigne les sciences ça c'est sûr, on n'émet pas des hypothèses sur les mots d'abord qui désignent des choses y'a une démarche spécifique c'est sûr fondée sur les hypothèses voilà les expériences les exploitations des données euh, savoir scientifique c'est un savoir qu'on construit à partir d'expériences voilà la démarche que j'évoquais tout à l'heure démarche fondée sur l'observation un questionnement des hypothèses des propositions d'expériences qu'on va mettre en place pour vérifier et si on n'y arrive pas on repart sur d'autres

expériences jusqu'à ce qu'on obtienne la réponse quoi donc ça c'est un savoir scientifique, je sais pas comment dire autrement

OK, je te remercie. Est-ce que tu aurais des choses à me dire sur la façon dont les élèves ce sont appropriés les connaissances dans les séances que tu as menées jusqu'à maintenant sur la respiration ?

Eh bien ils se les sont appropriées par rapport à leur propre vécu, par rapport à des expériences personnelles et je pars de ça avec eux ça part de constats et d'observations personnels et puis il faut passer de cette expérience personnelle à une expérience objective je dirais on part du subjectif pour arriver à l'objectif on part de soi vers la connaissance du corps en général en passant par des expériences cette étape-là.

Tu m'avais dit que tu travaillerais sur le don du sang en ICM ?

J'ai prévu en éducation à la santé l'athérosclérose tu vois par rapport à l'obstacle des artères et des veines je ferais ça ça fera un lien par rapport à la santé il faut que ça ait du sens ces apprentissages je ferais le lien avec la santé cette séance-là pourrait compléter avec un autre éclairage les séances de sciences. Donc tu vois trace écrite système cardio-vasculaire fragile exemple de cholestérol ne pouvant plus être éliminé par le foie et se déposant dans les artères voilà il faut manger de tout mais en quantité limitée ; surtout les graisses et les sucres donc ils avaient bien compris quand j'ai fait l'appareil digestif que c'était le foie qui diffusait après les nutriments dans le sang ils avaient compris je leur ai montré une vidéo donc tu vois ça me permet de faire la synthèse par rapport à tout ce qu'on a vu par rapport à la fonction de nutrition ça me permet de revenir sur les fonctions de nutrition par rapport à l'appareil digestif ça me permet de faire la synthèse par rapport à la fonction de nutrition. Ça permet de faire un retour c'est comme un réinvestissement pour moi en fait en éducation à la santé et justement on fait une synthèse.

3. ENTRETIEN POST S1, 2, 3

Est-ce que tu as fait des changements par rapport à ce qui était prévu ?

Pour la première séance avant de prendre leurs représentations j'ai voulu faire du lien un tissage et j'ai voulu commencer par faire un point sur à quoi sert l'appareil digestif et l'appareil respiratoire et voir le point commun entre ces deux appareils-là c'est-à-dire le sang il me semblait que c'était important de réactiver ça par rapport aux affichages de classe même si c'était très bref il fallait faire cette transition ce tissage voilà pour faire du lien parce qu'on n'entasse pas les connaissances c'est un peu spiralaire, justement dans la fonction de nutrition tout est tellement imbriqué qu'il faut faire des retours réguliers. Ça c'était la séance 1. Pour la séance 2 j'ai changé quelque chose effectivement je voulais partir sur l'observation d'une angiographie et d'une radiographie et comme l'objectif c'était la circulation à sens unique m'ait venu l'idée en même temps de mettre le dessin du doigt que je n'avais pas prévu initialement car ils étaient tous tellement persuadés qu'il n'y avaient que des veines je voulais pour parler de la circulation à sens unique je trouvais que c'était pas mal qu'ils voient tout de suite avec ce support qu'ils aient des noms alors j'ai rajouté ce support avec ainsi différentes représentations d'une main et ils ont bien regardé leur main c'est bien ça ça part toujours du vécu de toute façon on passait au perçu avec la radio et l'angiographie. C'est bien d'avoir ces trois types de représentations. Ensuite pour la séance 3 le support qui manquait quand j'avais préparé c'est la vidéo « pourquoi notre corps fait boum ? » voilà je trouve qu'ils ont bien reformulé ils ont compris qu'il y avait deux cœurs ; cette vidéo était en lien avec les données qu'ils avaient prises sur

l'activité physique. Voilà et puis il y a ce schéma-là que j'ai donné en évaluation formative que j'avais pas prévu ; bon y'en a trois qui ont compris dont la petite russe elle a tout compris elle est pas en difficulté malgré la barrière de la langue l'apprentissage de l'abstraction ne lui pose aucun problème ; voilà Moha, Aich et Irri, trois élèves qui ont tout compris ; oh ! Ça m'a fait plaisir, j'ai travaillé pour trois élèves ! (P2 consulte en même temps les fiches renseignées par les élèves)

Et pour les autres ?

J'aurai du changer la consigne pour mieux me rendre compte de ce qui faisait difficulté. Tu vois j'aurai dû dire dessine le cœur gauche en rouge et le sang qui va du cœur aux organes et colorie en bleu le cœur droit et le sang qui revient des organes ; on aurait pu faire ainsi la différence entre les artères et les veines ceux qui partent et ceux qui reviennent là je l'ai pas fait et je suis déçue mais je suis déçue ça aurait fait le lien avec le doigt de l'autre séance j'aurais du préciser ça ça relevait trop de l'implicite ça va pas mais par contre j'ai vu qu'ils étaient latéralisés cœur droit cœur gauche ha ! Oui il y en a qui ont bien compris que il y a des échanges que le sang qui va aux poumons il est pas pareil que le sang qui revient des poumons certains ont compris les échanges gazeux donc finalement y'avait beaucoup de choses c'était très très complexe ce schéma-là y'avait 4 items ça fait trop de choses à gérer

Alors pourquoi as-tu donné ce schéma complexe à ce moment-là ?

Eh bien pour mieux comprendre où ils en étaient pour m'aider à construire la suite j'en avais besoin pour construire la suite de mes séances et je me suis rendu compte qu'il fallait travailler sur ces 4 plans-là. Ça m'a aidé mais en aucun cas c'est une évaluation c'est une évaluation formatrice. Cher a compris les échanges mais elle a tout inversé elle est pas latéralisée. Mais ça n'a pas de sens parce qu'on a l'impression que c'est le cœur qui fait les échanges gazeux ; elle a peut-être raté quelque chose au niveau du rôle du cœur parce que c'est pas au cœur de faire ces échanges-là, implicitement, tu vois je me demande si y'a pas ça ; il faut revenir sur le rôle du cœur. Oui, donc j'avais besoin de voir tous les obstacles à travers leurs productions pour construire la suite.

Alors sachant cela, tu vas peut être modifier des choses ?

En fait au point où j'en suis je sais même pas comment je continue ! *rites* non je vais te dire ce que je prévois mais ça peut changer d'ici lundi. Tu vois ce qui me gêne avec ce schéma-là c'est que les poumons soient en dehors du corps ça me gêne vraiment beaucoup j'ai cherché un autre schéma mais y'avait rien qui me convenait et ce qui me gêne c'est le sens inversé des couleurs par rapport aux poumons parce que normalement les artères dans les artères c'est du sang en rouge parce qu'en fait d'après ce que j'ai compris tout ce qui part du cœur se sont des artères et celle-ci l'artère pulmonaire elle a du sang chargé de gaz carbonique et ça qu'elle soit chargée de CO₂ c'est différent par rapport aux autres et ça rajoute une difficulté supplémentaire et donc j'aurais du leur demander colorie le sang qui part du cœur et qui va dans les organes en rouge et colorie le cœur droit et le sang qui va dans les poumons en bleu et ça c'était bien un exercice d'application par rapport à la séance du jour et là j'aurais vérifié si c'était acquis mais j'étais embrouillée par rapport à la progression de la séquence, parce que si tu regardes les manuels y'en a qui après avoir fait la circulation à sens unique te propose le rôle des différents vaisseaux comme le Magnard, d'autres te proposent d'avancer comme je l'ai fait et moi j'essaye de m'adapter aux élèves et donc je suis embrouillée

4. ENTRETIEN ANTE S4,5

On essaie de voir la suite des travaux que tu proposes ?

Alors pour lundi l'idée c'est de rester sur la dissection du cœur qu'ils le voient en vrai et qu'ils se rendent compte déjà de visuellement ce que c'est parce qu'ils ont fait cette remarque hier ce n'est pas comme on le dessine donc on va le voir en vrai après il faut comprendre qu'il est creux et que ça permet aux artères et aux veines d'arriver que le sang circule voir aussi qu'il est composé de deux pompes parce que Cher, elle pensait que c'était séparé qu'ils étaient pas collés il faut le voir c'est bien de le dire mais aussi se rendre compte de l'anatomie elle-même du cœur. Je pense que c'est important le fait que c'est un organe creux qu'il y a deux parties distinctes. J'ai commandé 2 cœurs il faut que je m'entraîne à la maison sur un cœur. Cette fois-ci je n'ai pas pris le parti de leur montrer le cœur pourquoi tiens j'en sais rien on aurait pu partir aussi du cœur je sais pas si c'est judicieux une autre fois il faudra que je fasse dans l'autre sens partir de l'anatomie directement. Alors comme je peux pas prendre tous les élèves en même temps j'ai trouvé ça pour un groupe pour qu'ils soient investis dans une tâche pour qu'ils puissent être en autonomie et surtout pour pas faire de bruit pendant qu'on dissèque sinon ça va pas aller. Je vais leur proposer ce document-là tu vois. C'est une autre entrée qui reprend vraiment ce qu'on a appris avec un schéma un texte une grille avec tout le vocabulaire histoire de stabiliser tout ça voilà pour lundi. J'avoue que je suis assez contente de moi, mais ce qui me gêne beaucoup c'est que c'est pas un document scientifique par exemple il parle de sang propre et de sang sale alors pfff, ça me gêne c'est juste sang propre sang sale ça m'énerve sang sale sang contaminé ça me gêne tu vois l'amalgame et sang propre c'est pas parce qu'il a de l'oxygène qu'on peut dire qu'il est propre ça me gêne si j'en trouve un autre mieux je le prendrai.

5. ENTRETIEN POST S4 ET S5

Quelles sont les modifications par rapport au prévu ?

Bon y'a le support que j'avais pas prévu initialement dans ma séquence tu sais le travail sur le vocabulaire. Et puis j'ai rajouté cette séance sur la schématisation on pouvait pas faire sans la schématisation du cœur. Ils ont vu ils vont voire la photo et maintenant ils vont passer à l'abstraction c'est-à-dire au troisième niveau c'est-à-dire au schéma donc je l'ai ajouté ça manquait cette étape de la photo mais il faudra la prochaine fois que j'enlève oreillette et ventricule parce que ça les a perturbé ça fait trop de choses tu vois

Alors par rapport à la toute première fois qu'on s'était vu, tu avais évoqué la possibilité d'utiliser un stéthoscope, vider une bassine avec une tasse, ça on l'a pas vu, tu peux m'expliquer pourquoi ?

Euh pourquoi ? Ça serait peut être une séance de manipulation à ajouter je sais pas pourquoi franchement si je refais cette séquence peut être que je l'ajouterai quand même mais euh le matin quand ils arrivent à 8h20 ils ont pu l'utiliser et ça peut être intéressant de faire ces ateliers pour qu'ils se rendent compte de ce que fait le cœur de ce phénomène de pompe, mais bon dans le déroulement de la séquence jusqu'à présent si je le faisais ça serait peut être maintenant entre le schéma corporel et ça je la mettrai là donc en S6....ouais si je la faisais je la mettrais après la schématisation du cœur avant je vois pas comment je pourrais l'amener....

Et pourtant ce sont des manipulations et plusieurs fois tu m'as expliqué que pourtant c'est plutôt quelque chose qui démarrerait les choses et là tu le proposes après ? Tu

peux m'expliquer pourquoi ?

Alors par rapport à la cohérence de la séquence je le proposerais après pour qu'ils comprennent mieux car c'est toujours très abstrait et je le proposerais après parce qu'on est dans une modélisation et je le proposerais après, la modélisation elle vient après, oui, tout simplement, parce que c'est une modélisation donc je le mettrai après, voilà, c'est ça. Je le ferai avant ce schéma¹²³

Les séances 4 et 5 se sont déroulées comme tu le souhaitais ?

Oui, à part que j'ai l'impression d'avoir massacré le cœur en le coupant longitudinalement alors la prochaine fois j'aurais trois cœurs un que je montrerai tout ouvert que j'aurais préparé avant même que j'aurai demandé à mon boucher de le faire parce que là je me suis rendu compte que j'étais pas boucher du tout sinon avec les pailles on voyait bien et tout les orifices du cœur droit et du cœur gauche et la prochaine fois j'enlèverai oreillette et ventricule et je mettrai les photos des cœurs coupés pour les aider

Est-ce que tu penses avoir atteint les objectifs fixés ?

Je les ai pas évalués donc je sais pas certains se sont appropriés le vocabulaire mais au niveau du trajet c'est plus compliqué ils ont compris cœur gauche cœur droit et après là où ça s'entrecroise je suis pas sûre que ces objectifs là soient atteints et justement après la séance j'ai oublié de le faire et je l'avais apporté pourtant j'ai un cœur en plastique et je voulais la leur montrer et du coup je l'ai montré le lendemain je voulais leur montrer la maquette dans la séance

Est-ce que tu peux faire un petit bilan ?

Je pense que ça les a intéressé surtout quand on est passé à la schématisation, ils étaient très absorbés dans la tâche me semble-t-il et puis euh enfin je veux dire ils ont une autre représentation du cœur et du trajet du sang dans le corps mais je les ai pas évalué je peux pas quantifier en tout cas ils étaient impliqués quand on a pris les mesures ils étaient concentrés et quand on a travaillé sur l'angiographie et le schéma avec ces supports-là ils étaient bien alors pff pendant la dissection j'ai trouvés qu'ils étaient alors peut être passer une vidéo pour qu'ils soient plus attentifs quand ils voient une vidéo ils sont bien plus concentrés très attentifs mais après les vacances je peux leur montrer une vidéo

6. ENTRETIEN POST PROTOCOLE

6.1 Les contenus

Peux-tu expliquer plus précisément les raisons de la tenue des séances 4, 5 et 6, puisqu'en fin de séance S3 des éléments conceptuels sur la circulation du sang étaient déjà posés. Et peux-tu l'expliquer en fonction de ce que tu m'avais dit dans l'entretien ante protocole où tu évoquais la nécessité de passer du vécu au perçu puis au conçu.

Ah oui tu parles du document de S3 ! Ce sacré document, on en avait déjà parlé : avec les poumons en dehors du corps. Je ne le donnerai plus. C'est un document trop compliqué ils n'ont pas besoin de ça j'en avais trouvé un autre après qui me convenait davantage et c'est celui-là que je donnerai pour une prochaine fois car il me convient davantage. Alors bien sûr, j'aurais pu dessiner un document mais voilà je ne me sentais pas...les compétences.

¹²³ Schéma du Magnard à compléter (p. 119)

Tu étais arrivée à la notion qu'une partie du cœur envoyait du sang dans les poumons et que l'autre partie, la partie gauche, envoyait du sang à tout le corps. Et cela en fin de S3.

Oui d'où l'idée de leur donner un schéma pour voir ce qu'ils avaient pu s'approprier. Et donc par rapport à ce schéma que je rejette complètement aujourd'hui il y avait quand même 3 élèves qui avaient eu tout juste sur 23.

Et après, en S4, tu es partie sur la dissection du cœur, en S5, l'anatomie du cœur, et en S6 les ateliers scientifiques.

Oui parce qu'ils n'avaient pas vu l'anatomie du cœur il fallait du concret enfin... ils n'avaient pas vu le cœur c'est quand même un organe central dans la circulation sanguine. De la même façon qu'on a observé les appareils digestif et respiratoire il est évident pour moi qu'ils voient l'organe en question parce qu'on est complètement dans l'abstrait. Et je me suis souvent demandée : « est ce que je n'aurais pas du commencer par le cœur ? Par observer un cœur ? ». Il me semble que je suis dans une logique de démarche expérimentale on regarde le cœur on passe à la représentation à la schématisation et après on fait des expériences hein avec les ateliers scientifiques tu te souviens ? J'aime bien ces trois étapes là : vécu, perçu, conçu. ... j'ai mis ces trois séances avant parce que je voulais partir de comment dire...ils pouvaient prendre des mesures directement sur eux, ils pouvaient observer leurs mains finalement on part de l'extérieur pour aller vers l'intérieur du corps. Donc ça se tient mais ça vaudrait la peine de commencer par le cœur une autre fois. Finalement on part de l'extérieur de ce qu'ils observent sur eux et petit à petit on va vers l'intérieur du corps parce que ça évidemment on peut pas le voir directement. La séquence il me semble qu'elle tient la route mais peut être qu'une année je vais commencer par le cœur. Mais tu te souviens après les représentations un élève avait dit « il faudrait que l'on regarde un cœur ». C'est comme ça qu'on avait fait pour l'appareil digestif et respiratoire. C'était le protocole que j'avais adopté et c'est vrai que j'étais partie de l'observation d'un organe et tout naturellement ils ont transposé par rapport à cette séquence là.

Mais là c'est pas tout à fait ce que tu as fait. Même s'ils t'ont proposé de regarder un cœur et des radiographies tu as mis entre une séance sur les modifications de l'organisme à l'effort

C'est vrai tu as tout à fait raison.

Par rapport à la démarche vécu, perçu, conçu, ça ne suit pas tout à fait cette trame, non ? C'est pour ça que je te demande pourquoi la dissection du cœur car le concept de circulation du sang était plus ou moins installé

Oui il était installé mais ils ne se l'étaient pas approprié et puis c'est tellement complexe cette séquence est tellement complexe la circulation sanguine ça met en jeu tellement de concepts car il faut aussi s'être approprié le concept de respiration que ça nécessitait de revenir dessus et d'où cette idée de programmation dans l'année euh pour moi la circulation sanguine ne peut pas venir avant l'étude de l'appareil respiratoire. Bon voilà je pense qu'on est dans une démarche spiralaire et il faut revenir sur des concepts qui ont été étudiés auparavant. Je ne pouvais pas en faire l'économie. Je ne pouvais pas faire l'économie de cette séance là.

De la séance de dissection du cœur ?

Ah oui c'est une évidence même de revenir sur l'appareil respiratoire avec cette séance là S3. Il faut voir les organes de toute manière on avait des mots mais il faut voir où on place des mots justement. D'où l'importance de prendre des photos faire

des schémas etc. pour nommer les choses. Pour associer au nom des choses un organe. Son anatomie quoi c'est important.

Donc 4 et 5 c'était pour rendre les choses visibles

Visibles palpables concrètes.

Tu peux m'expliquer la séance 6 : sa position : pourquoi est-elle là ?

C'est une modélisation donc du fonctionnement du cœur avec les différents ateliers que j'ai proposés. L'idée est que les enfants perçoivent en agissant comment fonctionne le cœur. Ils passent par les sens.

Donc c'est un peu revenir à l'étape du vécu ?

Oui mais à travers une modélisation puisqu'on voit bien que l'eau représente le sang la balle c'est le cœur qui se contracte.

Tu reviens vers quelque chose de sensoriel et en même temps de la modélisation ?

Oui je conçois comme ça les deux à la fois. Oui par exemple avec le stéthoscope ils vont utiliser l'ouïe. Oui en 4,5,6, on a vécu perçu conçu. Avec cette modélisation on est dans le conçu en S6. On est dans la modélisation l'abstraction totale. On respecte bien ce processus de conceptualisation. Et en 1, 2 et 3 on a aussi ces étapes c'est du spiralaire on a du vécu de la perception et je sais pas si on est complètement dans le concept toi tu dis en S3. Mais en fait on l'a pas construit c'est pas une séance d'apprentissage je n'affirme pas que je suis arrivée au conçu en fin de S3 parce qu'on l'a pas construit : c'était une évaluation formatrice ce schéma là on l'a pas construit je leur ai donné ça : qu'est ce qu'ils ont retenu de ce concept là de circulation sanguine. Il ne me semble pas qu'ils soient arrivés au conçu. Là finalement on a fait du spiralaire. Non en y réfléchissant bien je ne pense pas avoir installé le concept de circulation du sang ici. C'est une introduction et après j'installe. J'ai même 7 séances pour aller jusqu'au bout pour installer le concept et revenir à la séance 1 les vaisseaux sanguins avec ce document là¹²⁴. Voilà, cette dernière séance 7 était bien nécessaire pour reboucler.

Quand tu dis il faut regarder un cœur l'idée qu'il y a derrière c'est qu'il faut rendre concrètes les choses.

Oh oui il faut les voir, utiliser nos sens ! C'est pas possible autrement il faut voir sentir, toucher et on n'a pas besoin de goûter. (Rire). En y réfléchissant, je maintiens cette séquence dans cet ordre là.

6.2 Les traces écrites

Tu peux m'expliquer ta façon d'utiliser les traces écrites ? Ça sert à institutionnaliser, instituer dans temps de calme dans la classe ou pas, explique moi. C'est quoi le rôle de ces écrits ?

Oui institutionnaliser bien sûr mais là pour S1 c'était pas institutionnalisé parce qu'on avait rien appris enfin on avait appris qu'il y avait différents modes de représentation il faut garder une trace écrite pour se souvenir de ce que l'on a dit et appris afin de repartir dessus puisque c'est la mémoire. C'est une mémoire de travail qui nous permet de repartir et d'avancer dans les recherches et de poser ce que l'on a appris. Et puis il faut travailler pour les visuels et puis on est dans une société de l'écrit. Il faut garder une trace de ce que l'on fait de ce que l'on dit et puis par rapport à la maîtrise

¹²⁴ Schéma du Magnard cycle 3, « 64 enquêtes pour découvrir le monde »

de la langue c'est un apprentissage transversal ce qu'ils vont apprendre en science va certainement leur permettre d'entrer dans des apprentissages qui relèvent d'autres disciplines. Alors ça a une incidence mais ça n'est pas la fonction première mais on voit à quel point ils en ont besoin puisque ça les calme. C'est dans le contrat : on recherche on valide on institutionnalise et on passe à l'écrit et on s'y reporte après pour les exercices. Non la fonction première n'est pas de les calmer : ça fait partie de l'apprentissage pour moi.

6.3 Travail en RAR

Tu peux m'expliquer une séance en français : comment tu procèdes ? Comment tu gères les situations en français ?

Une séquence en français je la rattache à la littérature. Par exemple je regarde les programmes ce qui est proposé en littérature sur la liste du ministère. Par exemple avec cet ouvrage le dernier qu'on a fait « une figure de rêve » littérature du genre fantastique je prends cet album et je rattache à ce que l'on fait en étude de la langue des notions comme les expansions du nom c'est ce qu'on a fait avec le complément du nom. Je le rattache à l'étude des temps du passé aux substituts lexicaux et cette séquence elle viendra après toute une série je fonctionne comme ça. Donc je fais une programmation par rapport aux genres parce que je commence par la poésie puis le conte ensuite le policier et le fantastique pour arriver au roman historique et par rapport à ça je fais associer des notions : adjectifs accords du verbe avec le sujet là j'en suis au complément du nom. Donc à partir de cette découverte d'album on va étudier la couverture ils travaillent par groupe en production écrite ils font des séances de recherches par groupes on classe souvent. En grammaire je fais classer par exemple. On fait des recherches on confronte les travaux on valide on institutionnalise puis on aura un exercice d'application voilà comment je procède.

Tu penses que c'est un peu comme ce que tu fais en science ? Mis à part que la situation de départ est plus ouverte avec un album ?

Oui c'est la démarche d'apprentissage de toute façon que j'utilise : recherche confrontation validation et institutionnalisation. Seulement en science on n'a pas forcément des exercices d'application. Et puis quand on travaille sur la littérature on est dans la fiction alors que là en sciences on est quand même dans du concret on est dans des documentaires enfin j'utilise des documentaires alors qu'avec les albums je suis dans la fiction. Mais on est aussi dans l'abstrait : quand on étudie un complément du nom on est dans l'abstrait la grammaire c'est quand même super abstrait. D'où l'idée de raccrocher à des récits à l'imaginaire.

Je te posais cette question parce qu'il me semblait qu'il y avait un support une tâche un savoir en sciences enfin que tu fonctionnais comme ça

Oui mais je suis peut être formatée

Je voulais savoir si c'était spécifique aux sciences ou pas parce que je trouvais que les situations que tu proposais étaient assez cadrées, ils pouvaient savoir où ils en étaient.

Oui la démarche est sensiblement la même sauf qu'il n'y a pas d'exercices d'application ce que je propose en sciences. Oui aussi c'est un fonctionnement un mode de fonctionnement que j'ai instauré qui me convient. Enfin j'ai l'impression que tout le monde s'y retrouve. En français il y a plus de travail individuel ça c'est

différent il faut de l'entraînement des automatismes qui soient installés la part individuelle est plus importante. Même en math ah oui oui.

Est-ce qu'il t'arrive de proposer des situations qui ne soient pas systématiquement une tâche, un savoir ? Des situations plus complexes, plus ouvertes ?

En grammaire il me semble que c'est ce que je fais. En art visuel aussi y'a pas longtemps où ils devaient paver comme ils voulaient. Mais c'est vrai tu as raison en sciences je suis toujours sur le même mode c'est assez répétitif au niveau de la tâche qui est donnée mais c'est sans doute la façon dont je me suis appropriée les autres matières c'est vrai que dans les autres matières en français on fera plutôt du classement, en art visuel on aura du tri y'aura pas UNE réponse. Voilà j'ai compris y'a pas un stimuli et qu'une réponse possible ça y'est j'ai compris. En art visuel tu vas avoir par exemple un stimuli et plusieurs réponses (*rires*). On n'est pas conditionné par une seule réponse ça y'est j'ai compris (*rires*) et ben je vais y réfléchir je vais voir si je peux pas essayer de proposer d'autres tâches

Tu viens de dire « c'est peut être la façon dont je me suis appropriée les autres disciplines »...

Et oui bien sûr en art visuel c'est vrai on est dans la créativité il faut proposer une incitation pédagogique et on est dans la créativité donc on s'attend à avoir plusieurs réponses. Et je me dis que les arts visuels c'est ça je n'ai pas qu'une réponse à obtenir de l'incitation que je vais proposer. Alors qu'ici effectivement en sciences c'est très cadré voire borné. Et je me dis voilà je veux obtenir ça et donc c'est très fermé et ils n'auront pas d'autres possibilités et peut-être que c'est aussi pour me rassurer parce que j'ai plutôt un esprit littéraire et créatif et je suis plutôt dans le domaine humaniste j'en sais rien mais il n'empêche que même en art visuel ça demande une certaine rigueur la démarche il faut apporter l'incitation qui va déclencher plusieurs réponses. Et après justement on va les trier voilà je fonctionne comme cela. Oui où je vais justement pouvoir gérer la multiplicité des réponses. Alors voilà aujourd'hui je l'expliquerais comme cela. Au stade où j'en suis j'arriverais certainement à gérer la multiplicité des réponses. Alors voilà peut être que c'est pour ça que je propose des situations pédagogiques beaucoup plus fermées

C'est parce que tu as peur qu'ils aillent c'est pour toi pour qu'ils aillent où tu as envie qu'ils aillent ou c'est parce que tu ne te sens pas capables de les emmener ailleurs ?

Très sincèrement je ne pense pas avoir analysé mon fonctionnement. Tu vois tu viens de me faire remarquer quelque chose sur mon fonctionnement par rapport aux situations de recherches que je propose mais ce n'est pas de l'ordre du conscient très sincèrement. Pourquoi je le fais comme ça ben... je me suis appropriée la démarche scientifique comme ça et comment dire peut être que ça vaudrait la peine ...oui de faire autrement. Mais la démarche en 5 temps, je m'y retrouve

Quand je posais cette question, c'était peut être aussi parce que c'est peut être lié au contexte dans lequel tu enseignes

Non non pas par rapport aux élèves c'est spécifique à la notion telle que moi je me la suis appropriée c'est par rapport au domaine d'étude. Ça va me permettre de réfléchir à ce stimulus réponse c'est enrichissant (*rires*).

6.4 Évaluation des élèves

On fait le point sur l'évaluation des élèves ?

Alors pour l'évaluation je leur ai donné le schéma du cœur à apprendre par cœur pour qu'ils s'approprient le vocabulaire, Mama a eu 10/10 et ils ont eu une interrogation ; ça a été plutôt bien réussi par tous. Puis on a fait la séance S7 où je leur ai donné le schéma du Magnard. Et ensuite j'ai fait une évaluation « maison » et les deux tiers ont réussi et un tiers est en non acquis. Ben je te laisse les évaluations jusqu'à mercredi si tu veux. Dans l'évaluation, il y a un document qui est en « 3D », celui qu'ils avaient eu au cours de la séance. Là j'ai repris un document issu de l'académie de Lille qui était tout fait. Et ça ça les a beaucoup déstabilisés, parce que sur notre schéma l'aorte passait derrière l'artère pulmonaire et sur ce schéma ce n'était pas pareil et ça ça a été terrible. Et puis les questions où ils devaient écrire et ben tu vois quand on parlait de l'écrit et ben ils n'y arrivent pas la réponse est flagrante avec cette évaluation parce qu'ils ont beaucoup de mal à formuler. Tu vois tous seuls ils n'y arrivent pas.

CHAPITRE 2. LES TRANSCRIPTIONS DES SÉANCES

1. TRANSCRIPTION DE S1

Jeu 0. Rappel des séquences précédentes (digestion, respiration) à l'aide d'affichages de la classe. Minute 0 à 3. Tdp 1 à 19. (Durée 3 mn)

Minute 0. *P est devant des affichages qu'elle désigne*

1. P2 :-- qu'est-ce que l'appareil digestif apporte à notre corps ?
2. CHER : il sert à digérer nos aliments
3. P2 :-- et quand ils arrivent dans l'intestin grêle à quoi sert cette digestion ? Ces nutriments qui sont dans l'intestin grêle ?
4. CHER : ils passent dans les vaisseaux sanguins
5. P2 :-- très bien donc à quoi sert l'appareil digestif à apporter les nutriments donc dans le sang dans les vaisseaux sanguins. Alors maintenant l'appareil respiratoire à quoi sert l'appareil respiratoire ?
6. SASS : à respirer
7. P2 :-- justement on a fait des leçons on a vu qu'il y avait une différence quand on inspirait et quand on expirait quelle est cette différence ?
8. AHME : *inaudible*... l'air froid
9. P2 :-- oui on avait vu que l'air ambiant était plus froid et qu'est-ce que ça apporte justement on a fait les expériences justement la semaine dernière qu'est-ce que ça apporte ?
10. MIMO : ce n'est pas le même
11. SABI : quand on inspirait y'a plus de dioxyde ... de microbes
12. P2 :-- non c'est le contraire dans celui qu'on expire il y a plus de gaz...
13. E : carbonique
14. P2 :-- voilà plus de gaz carbonique quand on expire alors que lorsqu'on inspire il y a plus ...
15. CARO : d'oxygène
16. P2 :-- et justement on a vu que l'oxygène allait dans le sang et ensuite le gaz carbonique ressortait et était expiré donc aujourd'hui on va justement
17. LOUE : alors c'est grâce au cœur qu'on a du sang
18. P2 :-- écoute écoute j'ai pas encore posé la question on va s'intéresser justement au sang à présent alors LOUE
19. LOUE : c'est grâce au cœur qu'on a du sang

Jeu n°1. Exprimer ses représentations « circulation du sang dans le corps ».

Minute 3 à 15. Tdp 20 à 27. (Durée 12 mn)

Minute 3.

20. P2 :-- donc toi tu fais un lien entre le sang et le cœur effectivement et toi
AHME
21. AHME : la bouche
22. P2 :-- oui Cher
23. CHER : grâce au ... *inaudible*
24. P2 :-- alors je vous ai mis une affiche avec une silhouette de corps humain et la consigne du jour, c'est
- P2 écrit au tableau blanc à côté de la silhouette affichée :*
Indiquez où est le sang dans notre corps
25. P2 :-- NAVE tu peux lire la consigne s'il te plaît
26. NAVE : Indiquez où est le sang dans notre corps
27. P2 :-- voilà, je vais vous remettre une silhouette et vous allez indiquer où est le sang dans notre corps. Vous faites dans un premier temps ce travail tout seul

Minute 5. *Les élèves produisent individuellement leurs représentations (pendant environ 10mn)*

Jeu n°2. Comparer les réponses obtenues à la question « où est le sang dans le corps ? ». Minute 15 à 54. Tdp 28 à 56. (Durée 39 mn)

Phase 1 : comparer les ressemblances et les différences dans les productions, minute 15 à 30. Tdp 28 à 30

Phase 2 : mutualisation, minute 30 à 40. Tdp 31 à 43

Phase 3 : résumer les différences et les convergences, minute 40 à 60. Tdp 44 à 56

Au TBI : Indiquez les ressemblances et les différences que vous avez trouvées

Phase 1 : comparer les ressemblances et les différences dans les productions. Minute 15 à 30. Tdp 28 à 30

28. P2 :-- bon peux-tu lire la deuxième consigne que j'ai écrite est au tableau ?
29. CHAM : indiquez les ressemblances et les différences que vous avez trouvées
30. P2 :-- bon alors comme vous en avez l'habitude en sciences vous allez comparer vos travaux vos silhouettes et dire ce qu'il y a de différent et ce qu'il y a de ressemblant dans vos productions vous vous mettez par groupes de trois les groupes de sciences vous partez avec votre silhouette et je vous donne une affiche pour écrire dessus c'est parti

Productions des groupes pendant environ 10mn

Minute 25. *Affichage des productions en grand bruit (pendant environ 5 mn)*

Minute 30. *Présentation de 4 groupes, tour à tour par un représentant du groupe*

Phase 2 : mutualisation. Minute 30 à 40. Tdp 31 à 43

31. BENY : ressemblances le sang est partout dans le corps. Différences : il manque le cœur et les poumons
32. P2 :-- alors dans certaines productions il manque le cœur et les poumons mais vous êtes d'accord pour dire que le sang circule partout dans les veines tu veux ajouter quelque chose à cette présentation YASS
33. YASS : le sang y'en a partout où y'a des muscles
34. P2 :-- on continue affiche n°2
35. KOUS : on est tous d'accord qu'il y a du sang partout. Différences : les veines ne sont pas reliées entre elles
36. P2 :-- alors la différence c'est que les veines ne sont pas reliées entre elles, ensuite groupe 3
37. LOUE : le sang passe partout même dans les veines parce que les veines ils passent dans le cœur et partout

38. CHER : différences : il manque le cœur. Ils ne sont pas tous reliés à un point final les vaisseaux sanguins. Les vaisseaux sanguins ne sont pas reliés au cœur. Ressemblances : il y a à toutes le cerveau et le cœur. Ils vont tous à la bouche et le nez, ils vont tous au cerveau, vaisseaux sanguins.
39. P2 :-- qu'est-ce que tu veux dire avec le point final ?
40. CHER : elles sont toutes reliées elles se croisent entre elles
41. AHME : moi j'avais rien fait ici, *en montrant le ventre*
42. P2 :-- voilà comme SASS tu pensais qu'il n'y avait pas de veine dans l'abdomen ou dans le ventre par exemple
43. E : *inaudible*

Phase 3 : résumer les différences et les convergences. Minute 40 à 60. Tdp 44 à 56

44. P2 :-- je n'entends rien on va écrire ces premiers résultats et comme on cherche où passe le sang où le sang circule oui tu as raison on va écrire ce titre-là CHER la circulation sanguine

Minute 40. *P écrit au TBI, en partie sous la dictée de certains élèves, et avec leurs propositions de formulation:*

Les ressemblances : le sang passe dans les veines partout

Les différences : certains n'ont pas relié les veines entre elles. D'autres n'ont pas dessiné le cœur, les poumons et le cerveau. D'autres encore n'ont pas dessiné les reins, la bouche, le nez, le ventre.

LOUE relie le résumé. Les élèves copient le résumé

Minute 46. *Présentation des 4 autres groupes*

45. OUAN : Celui de FABI et de OUAN est pareil parce qu'il y a plus de sang mais pas pareil que celui de YASS parce qu'il y a beaucoup de sang et plus de veines que celui de YASS
46. P2 :-- oui effectivement on peut se rendre compte qu'il y a des silhouettes qui ont plus de sang plus de veines y'en a qui pensent qu'il y a plus ou moins de veines dans le corps on va le noter dans les différences merci OUAN on va noter après groupe 6
47. SABI : Ressemblances : dans le cerveau, dans le nez, dans les veines, dans la bouche, dans le cou, les différences: le cœur, les poumons et le vagin
48. P2 :-- et le vagin donc effectivement les filles et les garçons ne sont pas faits pareils et vous pensez que dans le vagin il y a du sang. Le dernier groupe à présent attend où se situe le vagin au niveau du ventre du bas ventre ?
49. E : les cuisses
50. P2 :-- c'est ce que tu as dessiné là en haut des cuisses on pourrait dire comme ça et que tu as fait en rouge à toi MIMO
51. MIMO : Ressemblances : déjà il y a les veines, il y a le cerveau, il y a aussi derrière les yeux et le ventre
52. P2 :-- donc qu'est-ce que je rajoute ?
53. E : le vagin
54. P2 :-- et quoi d'autre ?

Minute 51. *Dans les mêmes conditions (propositions d'élèves, formulations reprises ou corrigées) P écrit au TBI :*

...le vagin, derrière les yeux.

Certains pensent qu'il y a plus ou moins de sang plus ou moins de veines

Minute 54.

55. P2 :-- tu peux lire SASS ce qu'on a rajouté
56. SASS : le ventre, le vagin, derrière les yeux. Certains pensent qu'il y a plus ou moins de sang plus ou moins de veines

Jeu n°3. Chercher des moyens pour modifier ses représentations « circulation du sang dans le corps ». Minute 54 à 60. Tdp 57 à 82. (Durée 6 mn)

57. P2 :-- très bien bon maintenant il va falloir qu'on se mette tous d'accord j'aimerais que vous me disiez qu'est-ce qu'on pourrait mettre en place comme expérience pour valider ou pas vos idées qu'est-ce qu'on va mettre en place pour la prochaine séance
58. YASS : faut regarder partout où y'a des muscles
59. P2 :-- ah oui c'est vrai regarder partout où y'a des muscles AHME
60. AHME : faut regarder des radiographies
61. P2 :-- ah des radiographies oui on avait vu une radiographie dans la cassette de « C'est pas sorcier » qu'on a maintenant l'habitude de regarder effectivement bon je le répète comme ça je m'en souviendrai muscles radiographie ensuite
62. CHER : on pourrait faire une expérience avec un compartiment de liquide coloré et un peu pas comme des tuyaux mais on pourrait faire un peu comme des veines on va voir le sang qui circule
63. P2 :-- il faudrait qu'on puisse voir circuler les veines en fait euh le sang pour voir si finalement où il passe et si il passe bien partout effectivement y'a un nom pour cette expérience-là on en reparlera demain
64. E: la dissection
65. P2 :-- oui la dissection peut être
66. OUAN : pourquoi on fait pas une visite médicale ?
67. P2 :-- ah bon ça serait une façon pour être sûr
68. SAMI : un vaccin quand tu prends le sang tu remets de l'autre sang
69. P2 :-- et ça va nous apporter quoi ça ?
70. SAMI : ça va nous apprendre que le sang... *inaudible*...le premier qu'on a pris le deuxième il sera plus fort
71. P2 :-- mais ça va pas nous indiquer s'il passe par tel ou tel endroit

Interruption pour indiscipline

72. P2 :-- ah tu penses qu'on pourrait voir à nouveau un mouton mais quoi dans le mouton
73. E : ...*inaudible*... la peau
74. P2 :-- ah ! Sous la peau d'un mouton demain j'apporterai un mouton et on regardera sous la peau du mouton YASS
75. YASS : l'intérieur d'un mouton parce que c'est pareil que nous
76. P2 :-- qu'est-ce qui permet de regarder à l'intérieur du corps comment on appelle ça
77. E : radio

Minute 60

78. P2 : donc je récapitule je peux apporter un mouton pour qu'on regarde sous la peau je peux apporter une radiographie pour qu'on regarde aussi ce qu'il y a à l'intérieur du corps et puis CHER ?
79. CHER : si on avait un microscope on aurait pu voir ce qu'il y a dans le sang
80. P2 :-- mais est-ce que c'est ce qu'on cherche ce qu'il y a dans le sang ? Nous ce qu'on cherche c'est où il passe où il passe
81. E : un dictionnaire

82. P2 :-- une encyclopédie en fait d'accord donc un documentaire vous rangez vos affaires on a terminé

2. TRANSCRIPTION DE S2

Jeu 0. Rappel de S1. Minute 0 à 3'45. Tdp 1 à 23. (Durée 3'45 mn)

Minute 0

1. P2 : SAMI tu peux dire à AICH pourquoi j'ai affiché ces silhouettes ?
2. SAMI : ça dit où ça circule ça s'appelle la légende, la légende du sang ça circule partout dans le corps dans les veines aussi dans les poumons dans le cœur partout
3. P2 :-- et le titre de la leçon OUAN ?
4. OUAN : la circulation sanguine
5. P2 :-- tu as dit SAMI qu'il y avait des ressemblances dans les productions d'abord que le sang passait dans les veines et partout et dans les 4 productions qui sont affichées qu'est-ce que vous pouvez dire dans la première par exemple ?
6. AICH : dans la première y'a rien
7. P2 :-- on ne voit pas de veines partout dans le corps et dans la 2 ?
8. MOHA : ...*inaudible*
9. P2 :-- oui il y a des différences oui on avait écrit que sur certains y'avait des veines qui n'étaient pas reliées au cœur
10. CHER : oui mais y'en a parce que quand on avait vu l'appareil digestif du lapin sur la photo y'avait des veines dessus
11. P2 :-- oui justement on l'avait mis dans les différences on avait mis que sur certains n'avaient pas dessiné des veines qui étaient reliées
12. E : au cœur parce que au cœur on dirait que tout est rassemblé
13. P2 :-- toi tu penses que c'est le cœur qui distribue le sang à tout le corps. Alors production n°3 ?
14. YASS : ben il a tout colorié presque
15. P2 :-- oui est-ce qu'on voit des veines ?
16. E : non
17. P2 :-- et pour la quatrième production ? SAMI tu as ajouté dans la légende le trajet du sang et justement on n'en a pas parlé hier
18. E : il n'a pas mis le cœur
19. P2 :-- oui justement et par rapport au trajet du sang qu'est-ce que vous avez à dire ? Par rapport à la circulation au trajet AHME ?
20. AHME : si y'a pas les veines le sang peut pas se réguler
21. P2 :-- oui mais alors par rapport au trajet ? alors dans quel sens comment il circule ce sang ?
22. E : ça descend et quand tu fais une piqûre ... *inaudible*
23. P2 :-- oui mais en attendant y'a que SAMI qui a parlé du trajet sinon dans les autres productions personne n'avait évoqué le sens de la circulation du sang donc euh aujourd'hui je vais vous donner ces trois documents et à partir de ces documents on va vérifier si le sang passe bien partout et on va s'interroger sur le trajet du sang donc qui veut lire la consigne

Jeu n°1. Formuler que le sang circule dans des vaisseaux sanguins : artères, veines, capillaires. Minute 3 à 45. Tdp 24 à 73. (Durée 42 mn) (7 mn interruption pour indiscipline)

Phase 1 travail individuel, minute 3 à 8. Tdp 24 à 40

Phase 2 travail de groupes, minute 8 à 23. Tdp 41 à 44

Phase 3 mutualisation, minute 30 à 45. Tdp 45 à 73

Phase 1 travail individuel, minute 3 à 8. Tdp 24 à 40

Minute 3

24. NAVE : la circulation sanguine où circule le sang que vous apprennent ces trois documents sur la circulation sanguine
25. P2 :-- que vous apprennent ces trois documents sur la circulation sanguine vous allez d'abord prendre connaissance de ces trois documents pour répondre à la question du jour pour vérifier que vous aviez bien raison hier et ce n'est qu'ensuite que vous vous mettez par groupe quand je vous le dirais d'accord qu'est-ce qu'on fait tout de suite ISSA
26. ISSA : on fait rien
27. P2 :-- d'accord c'est bien ce que j'entends on ne fait rien AHME
28. AHME : on va lire les trois documents et on va comprendre ce que ça nous apporte sur la circulation sanguine
29. P2 :-- très bien et ensuite je vous dirais de vous mettre en groupes et vous écrirez comme d'habitude sur les affiches

Au TBI

La circulation sanguine : où circule le sang ?

Que vous apprennent ces 3 documents sur la circulation sanguine ?

Minute 5'25. Distribution des trois documents par P2. Lecture individuelle par les élèves.

30. P2 :-- alors LOUE le document 1 de quoi s'agit-il ?
31. LOUE : d'une radiographie de la main
32. P2 :-- oui puisqu'hier je vous rappelle que vous avez proposé une radiographie pour répondre à la question le deuxième document de quoi s'agit-il NAVE ?
33. NAVE : une main où on montre les veines
34. P2 :-- ça s'appelle quoi ? Comment s'appelle ce document ?
35. E : une angiographie
36. P2 :-- oui c'est une image qui permet de voir où circule le sang ensuite le troisième document de quoi s'agit-il ?
37. OUAN : c'est un dessin
38. P2 :-- qu'est-ce qui est dessiné ? ce n'est plus une main c'est un
39. LOUE : un doigt de la main
40. P2 :-- voilà on a dessiné un doigt de la main vous allez vous mettre en groupes et vous allez répondre à la question que vous apporte ces trois documents sur la circulation sanguine c'est parti

Phase 2 travail de groupes, minute 8 à 23. Tdp 41 à 44

Minute 8'25 travaux de groupes en grand bruit. Groupe filmé : CHER, NAVE, SASS
CHER écrit le début de l'affiche relative au doc 1. NAVE écrit sous la dictée de CHER ce qui est relatif au doc 2. SASS écrit le début du commentaire du doc 3 sous la dictée de CHER. SASS s'en va du groupe, règle un différent avec un camarade puis revient dans le groupe. L'affiche élaborée est celle-ci :

La radio ne montre que les os de la main

L'angiographie de la main montre des capillaires, des artères et veines

Le 3 montre un zoom sur l'angiographie (en dessin)

P2 passe de groupe en groupe et vient dans ce groupe et demande ce que les élèves ont trouvé

41. CHER : le sang arrive par les artères et les veines font partir le sang
 42. P2 :-- ah ! Donc il y a un sens pour les artères et combien de sens y-t-il ?
 43. E : 2, 3, 4
 44. P2 :-- Il y a un seul sens ça arrive par les artères le sang vient là et repart par les veines ça fait comme ça (*en montrant avec le doigt sur le schéma*) donc il y a un seul sens vous pouvez l'écrire sur l'affiche.

L'affiche est complétée par

Le sang part des artères, passe dans les capillaires et fini par les veines

Minute 23. *Fin des travaux de groupes, affichage des productions. Très forte altercation avec AHME pour indiscipline, exclu temporairement.*

Phase 3. Mutualisation. Minute 30 à 45. Tdp 45 à 73

Minute 30. *Reprise des travaux*

45. SASS : on avait une feuille avec les documents là et on avait une affiche comme ça là
 46. P2 :-- la question à laquelle il fallait répondre SASS ?
 47. SASS : on devait
 48. CHER : on devait voir si les documents nous apportaient quelque chose à la question sur la circulation sanguine
 49. P2 :-- parfait alors groupe n°1 non un seul rapporteur LOUE on t'écoute
 50. LOUE : *...inaudible ... on voit les veines plus grosses que les autres...inaudible*
 51. P2 :-- d'accord groupe 2 à présent
 52. YASS : le doc1 est une radio à l'intérieur de la main et on voit les os, le doc 2 on voit la main et les veines et le sang. Le document 3 est un dessin où on voit un pouce
 53. P2 :-- d'accord groupe 3 ensuite BENY
 54. BONI : le document 1 est une radiographie de main le document 2 c'est une angiographie de main et le document 3 ça parle d'un doigt
 55. P2 :-- mais je n'ai pas compris si le document 1 permettait de répondre à la question
 56. YASS : ça dit où sont les os
 57. P2 :-- affiche n°4
 58. MIMO : le document 1 nous apporte rien le document 2 dans la main on sait qu'il y a du sang et qu'au bout des doigts on a du sang et les veines sont plus petites et plus nombreuses et où la paume de la main il y a moins de veines. Le document 3 montre comment est le doigt et ça nous montre où est les veines

Minute 35. *Interruption pour indiscipline, altercation avec un élève*

Minute 37. *Construction en commun de la trace écrite à partir de la présentation des 4 premiers groupes. P2 écrit au TBI*

La circulation sanguine : où circule le sang ?

Que vous apprennent ces 3 documents sur la circulation sanguine ?

Le sang circule dans des veines qui sont de plus en plus nombreuses au fur et à mesure qu'on regarde à l'extrémité des doigts de la main.

Les veines ont plusieurs tailles : elles peuvent être plus ou moins fines

Minute 38. Les élèves copient ce qui est au TBI. P2 affiche les productions des 4 derniers groupes

Minute 42

59. P2 :-- on passe aux groupes suivants
60. SABI : Le document 1 nous apprend rien le document 2 nous apprend qu'il y a des capillaires minces (*SABI montre les capillaires sur le schéma au tableau blanc*), le document 3 nous apprend que dans un doigt nous avons des artères des veines des capillaires
61. P2 :-- groupe 6
62. KOUS : on voit une main radiographiée avec des os
63. P2 :-- donc vous n'avez rien à ajouter groupe 7
64. NAVE : la radio ne montre que les os de la main, l'angiographie de la main montre des capillaires des artères et veines et le 3 montre un zoom sur l'angiographie
65. P2 :-- oui un zoom du doigt très bien c'est comme si on avait grossi l'image pour mieux voir l'intérieur et qu'est-ce qu'on a vu à l'intérieur ?
66. NAVE : y'a l'artère et les deux sens
67. P2 :-- montre-nous où vous avez identifié les deux sens NAVE
68. NAVE *au tableau blanc montre avec son doigt* : ça passe par là les artères puis là les capillaires et ça repart par les veines
69. P2 :-- donc en fait le sang circule dans trois sortes de vaisseaux sanguins soit des artères soit des capillaires soit des veines
70. NAVE *lit son affiche* : le sang part des artères passe dans les capillaires et fini par les veines
71. P2 :-- groupe 8 à présent le dernier
72. MOHA : le 3 nous apprend que dans un doigt nous avons des veines et des capillaires et des artères le 2 on apprend que sur les doigts on a plein de veines et on remarque que si le doigt est plus gros on a plus de veines. Si on appuie sur les veines on peut mourir
73. P2 :-- vous avez trouvé ça dans les documents si on appuie sur les veines on peut mourir ? Bon merci on complète la leçon donc MINA tu fais un bilan des 4 groupes qui sont passés

Minute 45. P2 complète au TBI

Le sang circule dans des vaisseaux sanguins qu'on appelle des artères, des capillaires et des veines

Jeu n° 2 : Formuler que la circulation sanguine se fait à sens unique. Minute 45 à 64. Tdp 74 à 98. (Durée 19 mn)

74. P2 :-- alors un groupe le groupe 3 notamment a dit quelque chose sur le sens de circulation alors qu'est-ce que vous pouvez dire sur le sens de la circulation est-ce que ça part dans tous les sens ou bien est-ce qu'il y a un sens unique_?
75. E : deux, deux
76. P2 :-- alors mettons-nous d'accord
77. CHER : y' a qu'un seul sens
78. P2 :-- explique-nous pourquoi tu penses cela
79. CHER : ça passe par les artères après ça va dans les capillaires et ça part par les veines
80. P2 :-- donc ça fait un seul
81. SABI : mais y'a plusieurs flèches

82. P2 :-- mais regarde y'a un départ P2 *repasse au feutre les artères en rouge et les veines en bleu.* AICH tu es d'accord ça part là ça passe et le sang revient par là j'ai fait deux couleurs mais y'a un seul sens AICH montre sur ton doigt là y'a les artères ici ça serait les capillaires et ça repart par la veine la circulation se fait à sens unique

Minute 53 *Au TBI*

La circulation sanguine se fait à sens unique

83. P2 :-- vous coloriez comme j'ai fait moi sur le schéma du document 3 pour qu'on voit bien dans quel sens ça circule

Minute 56. *AHME revient en classe et fait ses excuses à la classe pour son comportement. Les élèves copient le résumé et colorient.*

Minute 58

84. P2 :-- AICH pose une question et si ça se croise mais justement si c'est à sens unique est-ce que ça peut se croiser ?

85. E : non

86. P2 :-- non bien sûr que non

Au TBI :

La circulation sanguine : où circule le sang ?

Que vous apprennent ces 3 documents sur la circulation sanguine ?

Le sang circule dans des veines qui sont de plus en plus nombreuses au fur et à mesure qu'on regarde à l'extrémité des doigts de la main.

Les veines ont plusieurs tailles : elles peuvent être plus ou moins fines

Le sang circule dans des vaisseaux sanguins qu'on appelle des artères, des capillaires et des veines

La circulation sanguine se fait à sens unique

Minute 60. *Visionnement d'un extrait de vidéo « C'est pas sorcier »*

87. YASS : le sang circule très très vite

88. SASS : y'a des personnes que le sang il va pas vite

89. P2 :-- et ça on l'a vu dans la vidéo ?

90. E : non

91. P2 :-- on le réécoute (*nouveau visionnement*)

92. AHME : y'a des globules rouges

93. E : y'a des artères, des veines

94. P2 :-- oui ça confirme ce qu'on vient d'apprendre il y a des artères et des veines

95. CHER : on a vu des globules y'a des petites boules quand le sang il est transporté

96. P2 :-- et l'information sur la quantité de sang vous n'avez pas entendu combien il y a de litres de sang ?

97. E : plus de 5 litres

98. P2 :-- et SASS l'a dit tout à l'heure effectivement il circule vite donc la prochaine étape ce serait de s'intéresser à la vitesse du sang bon, vous rangez les classeurs et vous prenez la fiche tu lis s'il te plait

Jeu n° 3: Prendre des mesures cardiaques et respiratoires. Minute 64 à 79. Tdp 99 à 103. (Durée 15 mn)

Minute 64

99. AHME : je compte les pulsations au repos après l'effort, après un repos de 2 minutes, après un repos de 30 minutes
100. P2 :-- on va compter les pulsations, YASS tu nous expliques comment on fait
101. YASS : on met les doigts sur le cou
102. P2 :-- oui alors vous vous concentrez je vous donne le top et vous notez sur le tableau tout de suite après
Chacun fait son comptage et le note individuellement sur sa fiche. Après un essai une mesure est effectuée.
- Minute 76**
103. P2 :-- maintenant on compte le nombre d'expirations et d'inspirations mais on compte une seule fois soit l'expiration soit l'expiration mais pas les deux vous vous calmez je donne le top vous comptez attention
Chacun fait son comptage et le note individuellement sur sa fiche.
- Fin à minute 79.**

3. TRANSCRIPTION DE S3

Jeu 0. Rappels de S2. Minute 0 à 3. Tdp 1 à 3. (Durée 3 mn)

Minute 0. AICH lit au TBI :

Ce que nous savons sur le sang

Le sang contient des nutriments, de l'oxygène et du gaz carbonique, des globules.

Le sang pénètre dans tous les organes (intestin grêle, mains, bras, jambes, tronc, tête, poumons) et en ressort.

Il circule vite, à sens unique, dans des vaisseaux appelés artères, capillaires et veines.

NAVE lit la suite :

Les questions que nous nous posons

A quoi sert le cœur ?

D'où part le sang des artères ? Où revient le sang des veines ?

1. P2 :-- vous vous souvenez mardi on avait vu la main, on avait vu qu'il y avait un sens on avait colorié de deux couleurs différentes les artères et les veines. Les artères en rouge et les veines en bleu et entre les deux par où passe le sang ?
2. E : par les capillaires
3. P2 :-- oui, très bien. Pour répondre à ces questions nous avons pris des mesures des pulsations et des fréquences respiratoires j'ai remis le tableau avec les pulsations, j'ai mis les moyennes de ce que vous aviez trouvé lorsque vous avez compté les battements et lorsque vous avez compté le nombre d'inspirations et d'expirations. Alors quand vous observez ce tableau, que remarquez-vous ?

Au TBI :

Observons le tableau des pulsations, des inspirations et des expirations.

Que remarquez-vous ?

La circulation sanguine

Je compte les pulsations et les fréquences respiratoires pendant 30 secondes

	<i>Repos</i>	<i>Après effort</i>	<i>Après repos de 2 min</i>
<i>Nb pulsations</i>	35	70	50
<i>Nb d'insp et d'exp (vert)</i>	15	30	20

Jeu n° 1 : Faire des inférences sur la relation entre le nombre de pulsations cardiaques, la fréquence respiratoire et l'activité physique. Minute 3 à 11. Tdp 4 à 26. (Durée 8 mn)

Minute 3

4. YASS : que au repos c'est moins que après l'effort
5. P2 :-- mais quelle est la valeur la plus petite de quoi tu parles quand tu dis qu'il y en a moins ?
6. YASS : au repos ça bat moins fort
7. P2 :-- oui, le cœur bat moins fort au repos que quand on a fourni un effort et qu'est-ce qui change encore ?
8. LOUE : ça bat doucement parce que il faut attendre que on souffle
9. P2 :-- oui tu fais le lien entre le cœur et la respiration après qu'est-ce qu'il se passe ?
10. LOUE : ça bat moins vite
11. P2 :-- regardez bien après un repos de 2 mn
12. LOUE : il bat pas vite parce que on s'est reposé notre cœur il bat moins vite
13. P2 :-- on s'est reposé mais est-ce qu'il bat au même rythme que lorsque l'on avait pris les mesures au repos
14. E : non
15. P2 :-- on n'a pas le même nombre de battements selon l'activité physique que l'on fait effectivement MIMO

Minute 5

16. MIMO : *inaudible*
17. LOUE : tous ceux-là qui sont en rouge ils sont plus bas que ceux-là qui sont en vert
18. P2 :-- c'est vrai le nombre de battements du cœur est plus élevé que le nombre d'inspirations et d'expirations c'est bien tu as mis en lien la pulsation et la fréquence respiratoire CHER ?
19. CHER : *inaudible*...après un repos on est moins essoufflé
20. BONI : *inaudible*
21. P2 :-- bon qu'est-ce qu'on peut écrire sur ce qu'on a appris
22. E : que au repos y'a moins de pulsations
23. OUAN : que y'a plus de pulsations que de la respiration
24. P2 :-- oui ça tout à l'heure on l'a déjà dit donc de quoi dépend le nombre de pulsations et d'inspirations et d'expirations
25. AHME: de l'activité qu'on fait
26. P2 :-- oui ! Et plus on fait d'effort et plus on respire vite et plus on respire vite

plus notre cœur bat vite oui on va l'écrire

*Observons le tableau des pulsations, des inspirations et des expirations.
Que remarquez-vous ?*

Minute 10'32 P écrit à la suite au TBI, les élèves copient

*Le nombre de pulsations et la fréquence respiratoire dépendent de l'activité physique.
Plus on fournit d'effort, plus le cœur bat vite et plus nous respirons vite.*

Pourquoi ?

Minute 11'32 KOUS lit le résumé écrit

Jeu n°2. Comprendre pourquoi le cœur bat-il plus vite et respire-t-on plus vite quand on court ? Minute 11 à 40. Tdp 27 à 73. (Durée 29mn)

Phase 1. Expliquer les variations physiologiques, individuellement. Minute 11 à 18. Tdp 27 à 53

Phase 2. Chercher des réponses à « pourquoi le cœur bat-il plus vite et respire-t-on plus vite quand on court ? ». Minute 18 à 35. Tdp 54 à 73

Phase 1. Expliquer les variations physiologiques, individuellement. Minute 11 à 18. Tdp 27 à 53

27. P2 :-- alors maintenant pourquoi ? Vous allez l'écrire tout seuls.

28. E : en groupes ?

29. P2 :-- non tout seul et après vous pourrez en parler à l'oral non vous écrivez

Les élèves écrivent sur leur cahier

Minute 14'08

30. P2 :-- CHER on t'écoute

31. CHER : la respiration accélère le cœur aussi exemple quand on marche il est normal et quand on court il donne plus d'énergie ce qui accélère les battements

32. P2 :-- donc le cœur servirait à donner plus d'énergie YASS à toi

33. YASS : parce que nos muscles se fatiguent plus

34. P2 :-- et quel est le lien avec la respiration et les battements du cœur alors ?

35. YASS : que dans le cœur y'a des muscles et là le diaphragme c'est là où ça se fatigue

36. ISSA : *inaudible*...et ça envoie plus de pulsations

37. SABIN : c'est dur pour notre corps le cœur nous envoie de l'oxygène

38. P2 :-- le cœur servirait comme les poumons alors à envoyer de l'oxygène donc

39. E : il donne la force

40. P2 :-- mais qu'est-ce qu'il faut pour qu'il donne plus de force alors ? Pour qu'on ait plus d'oxygène ? Qu'est-ce qu'il fait ? CARO ? MIMO ?

Minute 16'26

41. MIMO : *inaudible*

42. P2 :-- donc tu dis comme MIMO, le cœur enverrait de l'oxygène et toi FABI

43. FABI : quand on est fatigué on a besoin de plus d'air

44. P2 :-- oui qu'est-ce qu'il y a dans l'air ?

45. E : du gaz carbonique

46. E : de l'oxygène

47. P2 :-- de l'oxygène et on expire du gaz carbonique

48. SAMI : l'air entre par l'oxygène elle rentre par la bouche

49. P2 :-- il rentre par la bouche donc ça veut dire qu'on a besoin de plus d'oxygène. LOUE tu lis ce que tu as écrit

50. LOUE : quand on bouge plus vite on a besoin de plus d'oxygène

51. P2 :-- donc on a besoin de plus d'oxygène

52. BONI : quand on a fini de courir on n'arrive pas à respirer bien

Minute 18'34

53. P2 :-- bon vous allez observer une vidéo vous allez la regarder deux fois, oui, « C'est pas sorcier », vous allez écouter, regarder et vous n'oubliez pas la question pourquoi est-ce que finalement

Phase 2. Chercher des réponses à « pourquoi le cœur bat-il plus vite et respire-t-on plus vite quand on court ? ». Minute 18 à 35. Tdp 54 à 73

Extrait de « C'est pas sorcier » pourquoi notre cœur fait boum ?

Dans cet extrait un cardiologue explique que le cœur droit envoie le sang dans les poumons, qu'il s'oxygène et le cœur gauche envoie le sang à tous les organes du corps.

Minute 21

54. P2 :-- maintenant je ne veux pas vous entendre vous écrivez ce que vous avez compris et vous avez le droit de travailler par groupes

P passe de groupes en groupes et interroge les élèves ou un groupe de 2 élèves.

DJIN : ils ont dit qu'on a deux cœurs en parallèle

P2 :-- oui, très bien et le cœur c'est un muscle ou pas ?

DJIN : oui

P2 :-- oui, très très bien et il sert à quoi le cœur

DJIN : il envoie le sang dans les poumons

Avec YASS, P2 :-- le cœur c'est comme une pompe et il envoie quoi

YASS : le sang

P2 :-- oui! Il envoie du sang alors tu écris

E : quand le cœur se contracte, il aspire le sang, 5 litres dans le corps

P2 :-- et est-ce que le cœur il ne fait qu'aspirer le sang ?

E : non, il rejette et expulse le sang

P2 :-- alors le cœur c'est une pompe ou pas ?

E : oui, c'est un muscle, comme l'œsophage

P2 :-- non, non, non

LOUE : le cœur il distribue tout

P2 :-- c'est quoi tout ? qu'est-ce qu'il distribue ?

E : le sang, l'oxygène dedans dans tout le corps, dans les organes

P2 :-- et où se trouve l'oxygène, BONI ?

BONI : dans le sang

P2 :-- oui, très très bien, je voudrais que tu écrives tout ça, parfait

P2 :-- alors le cœur c'est deux pompes

E : il envoie le sang

P2 :-- il envoie le sang où ?

E : il envoie le sang qui a l'oxygène dans les organes, les muscles

E : et y'a une autre pompe pour les poumons

P2 :-- oui ! Bravo !

Minute 25'16

55. P2 :-- donc qu'est-ce qu'on cherchait à comprendre aujourd'hui DJIN ?
56. DJIN : à quoi sert le cœur
57. P2 :-- et donc on se demandait pourquoi il battait plus vite quand on faisait une activité physique et pourquoi on respirait plus vite aussi, alors qu'est-ce que tu as appris grâce à la vidéo ? On t'écoute
58. DJIN : y'avait deux cœurs en parallèle aussi y'en a un qui envoie du sang aux poumons et un qui envoie dans les muscles
59. P2 :-- oui et quelle est la différence entre le sang qui va dans les poumons et le sang qui va dans les muscles ? Quelle est la différence ?
60. E : ... *inaudible*... l'oxygène
61. P2 :-- et oui le sang qui va dans les muscles a plus d'oxygène CHER ?
62. CHER : il y a deux cœurs ils n'ont pas du tout la forme du cœur dessiné
63. KOUS : le cœur envoie le sang oxygéné dans les muscles
64. AHME : le cœur gauche envoie le sang dans les organes et le cœur droit envoie le sang dans les poumons
65. SAMI : je voulais dire que dans le cœur y'a des veines ça veut dire que dans le cœur y'a du sang
66. P2 :-- allez on complète

Minute 29 *Au TBI*

Le cœur est un muscle. Il y a deux cœurs. Le cœur droit envoie le sang dans les poumons. Le cœur gauche envoie du sang oxygéné dans les organes, les muscles.

67. P2 :-- donc si je reviens à mon tableau de ce matin comment ça se fait que le cœur bat plus vite quand on fait un effort quand on court plus vite ? Alors maintenant on fait le lien avec l'activité physique
68. E : quand on court plus vite le sang il fait ...*inaudible*
69. P2 :-- oui dans la vidéo ils ont dit que quand on faisait un effort le cœur il pompait au lieu de 5 litres il prenait jusqu'à 10 litres oui, mais qu'est-ce qui est fatigué ?
70. E : les organes
71. P2 :-- mais alors de quoi est-ce qu'ils ont le plus besoin ?
72. E : d'oxygène
73. P2 :-- d'oxygène alors c'est pour ça que le cœur envoie plus rapidement le sang riche en oxygène qui sert aux muscles pour un effort physique plus intense on écrit

Au TBI

On respire plus vite car les muscles ont besoin de plus d'oxygène. Le cœur doit battre plus vite car il doit faire circuler plus vite l'oxygène

Minute 35 *Copie du résumé puis AHME relit le résumé au TBI*

Jeu n°3. Mettre en couleur un schéma de la double circulation du sang dans le corps. Minute 40 à 50. Tdp 74. (Durée 10 mn)

74. P2 :-- je vous donne une fiche et vous allez colorier le cœur gauche en rouge vous vous souvenez comme pour le doigt et le cœur droit en bleu pour les veines.

Minute 40 *Distribution de la fiche polycopiée.*

P2 indique le cœur droit et le cœur gauche sur la fiche, les élèves colorient sur le schéma de la double circulation

Fin minute 50

4. TRANSCRIPTION DE S4

Jeu 0. Rappels du résumé de S3. Minute 0 à 3. Tdp 1 à 18. (Durée 3 mn)

Minute 0

1. P2 :-- vous lisez dans votre tête ce que nous avons appris mardi ce qui est au tableau on le lira à voix haute ensuite

Au TBI,

Observons le tableau des pulsations, des inspirations et des expirations

Que remarquez-vous ?

Le nombre de pulsations et la fréquence respiratoire dépendent de l'activité physique, plus on fournit d'efforts, plus le cœur bat vite et plus nous respirons vite.

Pourquoi ?

Le cœur est un muscle. En fait, il y a deux cœurs. Le cœur droit envoie le sang dans les poumons. Le cœur gauche envoie du sang oxygéné dans les organes, les muscles.

Donc on respire plus vite car les muscles ont besoin de plus d'oxygène. Le cœur doit battre plus vite car il doit faire circuler plus vite l'oxygène dans le sang pour les muscles.

Un élève lit le texte au tableau.

2. P2 :-- bon alors pourquoi est-ce que le cœur a besoin de battre plus vite ?
3. AICH : pour envoyer le sang... *inaudible*
4. P2 :-- pour envoyer le sang après oui j'ai entendu sang et oxygène tu peux faire une phrase avec ces deux mots-là
5. AICH : *inaudible*
6. P2 :-- oui qu'est-ce qui dans notre corps a besoin de sang et d'oxygène ?
...*inaudible*...et c'est le cœur qui envoie le sang avec l'oxygène vous avez appris aussi qu'il y avait deux cœurs on a le cœur qui envoie de l'oxygène c'est lequel
7. SAMI : le gauche
8. P2 :-- oui SAMI
9. SAMI : et le droit il envoie le sang
10. P2 :-- mais où est-ce qu'il envoie le sang
11. E : *inaudible*
12. P2 :-- le cœur droit envoie le sang dans les poumons le cœur gauche envoie le sang dans les organes attends
13. E : et l'oxygène dans les poumons
14. P2 :-- et l'oxygène où est-ce qu'il est ?
15. E : dans le cœur gauche
16. P2 :-- oui mais où est-ce qu'il se trouve ?
17. E : dans l'air
18. E : dans les poumons
19. P2 :-- il se trouve dans le sang SAMI

Jeu n°1. Comprendre l'organisation du cœur. Minute 3 à 30. Tdp 20 à 100. (Durée 27 mn)

Minute 3

20. P2 :--on avait donc dit qu'on allait réfléchir à la question donc à quoi sert le cœur d'accord et je vous avais dit puisque vous avez eu cette idée-là de la dissection qu'on allait disséquer un cœur pour savoir à quoi il servait et on va

faire deux groupes donc quand le groupe sera avec moi à la dissection pour essayer de répondre à la question l'autre groupe lira fera cette lecture et complètera ces mots croisés ensuite on inversera les groupes pour que chaque groupe puisse assister à la dissection et que chaque groupe puisse réfléchir à la question à quoi sert le cœur et fasse les mots croisés qui est-ce qui peut répéter la consigne

Minute 5 *Atelier dissection*

21. P2 :-- il y a un sillon qui permet de séparer ici les deux parties du cœur KOUS

22. KOUS : y'a le cœur droit et le cœur gauche

23. P2 :-- oui est-ce que tu peux pointer le cœur gauche

KOUS montre

24. P2 :-- est-ce que vous êtes d'accord ? Ça c'est le cœur droit ?

25. E : droit droit

26. P2 :-- oui ici c'est le cœur droit et ça c'est le cœur gauche qu'est-ce que vous pouvez dire sur la forme de ce cœur ? Oui quelle forme il a

27. E : un triangle

28. P2 :-- oui il a plutôt une forme triangulaire quelle est sa couleur ?

29. E : rouge, noire

30. E : bordeaux, violet

31. P2 :-- rouge foncé et ces choses-là (*en désignant les vaisseaux du cœur*) c'est plutôt de quelle couleur ?

32. E : beige

33. P2 :-- et puis si je le retourne

34. E : c'est dégoûtant

35. E : violet

36. P2 :-- et si j'appuie dessus ? Ça a l'air comment ?

37. E : des veines

38. P2 :-- oui on voit des veines qui passent à l'intérieur c'est vrai

39. E : on peut le faire battre ?

40. P2 :-- non on peut pas le faire battre ah tu as observé qu'il y a comme des petits trous alors rappelez-vous qu'est-ce qu'on avait dit à propos du cœur droit et du cœur gauche ? MIMO qu'est-ce qu'on avait dit ?

41. MIMO : que le cœur gauche il envoyait le sang dans le corps

42. P2 :-- oui le cœur gauche envoie du sang oxygéné dans les organes et qu'est-ce qu'on avait dit à propos du cœur droit ?

43. E : il envoie du sang partout

44. P2 :-- donc j'ai pris deux pailles une rouge et une bleue la rouge donc c'est celle par où passe le sang qui a de l'oxygène d'accord ? Et la bleue c'est celle qui va aller dans les poumons justement tu as raison donc la rouge je dois la mettre dans le gauche ou dans le droit ?

45. E : le droit

46. E : le gauche

Minute 6

47. P2 :-- rappelez-vous le cœur gauche envoie le sang oxygéné dans ?

48. E : *inaudible*

49. P2 :-- dans les organes donc tu me rappelles le cœur gauche ?

50. LOUE : là (*en montrant sur le cœur tenu par P*)

51. E : je peux souffler maîtresse

52. P2 :-- y'a pas à souffler

P introduit les pailles dans chaque partie du cœur

53. P2 :-- donc là j'ai passé la paille dans l'artère aorte c'est l'artère qui envoie le sang dans les organes c'est le sang oxygéné alors à présent vous m'avez dit que le cœur droit il envoyait le sang dans les poumons donc si on met à droite

Chahut

54. E : arrêtez

55. P2 :-- si on est à droite ça veut dire qu'on envoie le sang ?

56. E : dans les poumons

57. P2 :-- oui et il a moins d'oxygène

Le cœur est désormais équipé des pailles

58. P2 :-- que constatez-vous ?

59. P2 :-- OUAN je peux savoir ce que tu es en train de faire à l'adresse du groupe en autonomie

Minute 10 *Pause pour régler un différent avec OUAN*

60. E : y'a quelque chose qui sort

61. E : la couleur elle change un peu

62. P2 :-- alors un à la fois on lève le doigt et j'interroge

63. LOUE : là c'est le cœur droit

64. P2 :-- non le cœur gauche il a une paille rouge pourquoi ?

65. LOUE : parce qu'il envoie le sang dans les organes

66. P2 :-- bon pourquoi j'ai mis une paille dans l'artère du cœur droit pourquoi ?

67. E : parce que c'est lui qui envoie le sang dans les poumons

68. E : *inaudible*

69. P2 :-- non justement y'a moins d'oxygène c'est pour ça que c'est bleu tu écoutes ?

70. P2 :-- ça s'appelle l'artère pulmonaire parce que ce sang-là va dans les poumons et on appelle cela l'artère pulmonaire alors qu'ici c'est l'artère aorte parce que ça envoie le sang oxygéné dans les organes et si on regarde le cœur qu'est-ce qu'on constate ? AHME ?

71. AHME : y'a pas que deux trous mais y'en a plusieurs

72. P2 :-- oui y'a deux autres trous qu'est-ce qu'on pourrait faire pour comprendre pourquoi y'a deux autres trous supplémentaires ? Je lève le doigt et je parle BENY

73. BONI : il faudrait mettre une autre paille

74. P2 :-- pourquoi tu penses qu'il faudrait mettre une autre paille ?

75. BONI : pour voir si ça passe

76. P2 :-- et tu voudrais souffler et bien souffle

Finalemnt DJIN souffle dans la paille rouge

77. P2 :-- qu'est-ce qui s'est passé

78. DJIN : ça fait un petit bruit bizarre

79. P2 :-- à toi LOUE dans la rouge

LOUE souffle

80. P2 :-- toi tu dis qu'il veut aspirer le rouge ça veut dire qu'à un moment y'a du y avoir du sang alors qu'est-ce qu'on peut faire pour savoir à présent ?

81. E : on peut souffler

82. P2 :-- non on a déjà soufflé et c'est bon

83. LOUE : *inaudible*

84. P2 :-- ah ! Quand tu as soufflé tu as senti que ça communiquait et que ça ressortait donc ça fait comme un conduit en fait ce qu'on peut faire c'est enfoncer un peu plus la paille par où devrait-elle ressortir la paille gauche ? Voilà la paille est dans le cœur gauche par où va sortir l'air que LOUE a

soufflé ? CHAM oui ? Mets ton doigt ici mets-le est-ce que tu sens la paille ?
Je vais essayer de la faire ressortir

Minute 15 *P courbe les pailles pour montrer les communications dans chaque cœur*

85. P2 :-- oui normalement on a dit qu'elle devrait ressortir alors regardez bien quand LOUE a soufflé tu avais raison tu as dit que ça sortait par un autre trou regardez bien en fait dans le cœur gauche il y a deux trous dans le cœur gauche pourquoi est-ce qu'il y a un autre trou dans le cœur gauche ?

86. LOUE : *inaudible*

87. P2 :-- ah ! Très bien quand on souffle d'un côté ça sort de l'autre LOUE il a dit que puisque c'est l'artère aorte qui envoyait le sang oxygéné dans les organes ici le sang arrivait par ici et d'où il vient ? NAVE l'a dit et oui il vient des poumons.... c'est vrai que c'est plus important de jouer avec un gant que d'apprendre comment ça fonctionne un cœur à quoi sert un cœur c'est plus important donc LOUE tu peux rappeler ce que tu viens de comprendre ? Par ici d'où vient le sang par cette veine-là ? Elle communique avec quoi cette veine ?
Avec les

88. LOUE : poumons

89. P2 :-- oui, voilà

90. CHAM : *inaudible*

91. P2 :-- oui ça veut dire que ça communique le cœur droit y'a deux trous alors on refait le trajet du sang ?

92. AHME : le sang qui va aux organes il rentre par là

93. P2 :-- ici il vient des poumons

94. AHME : oui il vient des poumons il passe par le cœur et après il va dans les organes et pour le sang oxygéné

Minute 20

95. P2 :-- là il revient des organes par la veine il ressort par l'artère pulmonaire et va dans les poumons après ça recommence en fait alors on va l'ouvrir le cœur voir comment c'est fait

P fait une coupe transversale au niveau des ventricules

96. LOUE : ça c'est le bleu et ça c'est le rouge

97. P2 :-- exactement voilà le cœur gauche avec le sang oxygéné et là le cœur droit avec le sang qui a le plus de gaz carbonique il revient des organes en fait alors qu'ici il part dans les organes

Manipulation du cœur par des élèves

98. P2 :-- alors on va couper le cœur encore pour voir si on voit les pailles

P fait une coupe longitudinale dans ce qui reste de cœur

99. E : maîtresse on voit les pailles

Minute 30

100. P2 :-- alors on voit bien où étaient les pailles tout à l'heure qu'est-ce que vous constatez ? Alors il y a vraiment une séparation entre le cœur droit et le cœur gauche. Bon vous enlevez vos gants et vous allez à vos places.

Jeu n°2. Renseigner une fiche mots croisés. Travail en autonomie (même durée que J1)

Jeu n°3. Mutualisation. Minute 45 à 55. Tdp 101 à 157. (Durée 10 mn)

Minute 45

101. P2 :-- bon, est-ce qu'on a répondu à la question à quoi sert le cœur ?

102. AICH : y'a deux cœurs

103. P2 :-- ah AICH reprend en disant ce n'est pas à quoi sert le cœur qu'il faut dire mais à quoi servent les cœurs alors justement on t'écoute à quoi sert les cœurs ?

104. E : alors dans le cœur gauche y'a l'oxygène
105. E : l'oreillette
106. P2 :-- ah l'oreillette et ventricule mais ça on va le laisser de côté comment s'appelle le vaisseau sanguin qui conduit le sang dans les organes c'est
107. AHME : c'est les veines
108. P2 :-- non justement si ça sort du cœur et que ça va vers les organes c'est pas une veine ça s'appelle une artère tout se qui sort du cœur ce sont des artères alors donc ce qui sort du cœur ça s'appelle une artère une fois que le sang arrive dans les organes qu'est-ce qu'il fait
109. E : ça se transforme en dioxyde de carbone
110. P2 :-- alors effectivement une fois que le sang oxygéné passe pas les organes le sang transporte plus de dioxyde de carbone justement et par où ça passe ?
111. E : par les veines
112. P2 :-- qui arrive dans le cœur dans quel cœur cette fois-ci ? Dans le cœur droit et ensuite le sang arrive dans le cœur droit il arrive par où ? ça va dans les poumons par l'artère pulmonaire et ensuite ça revient dans le cœur par la veine pulmonaire
113. E : et c'est une circulation à sens unique
- Minute 47**
114. P2 :-- et c'est une circulation à sens unique vous allez me dire ce que vous avez trouvé pour les définitions
115. E : les capillaires
116. P2 :-- SALA on t'écoute première définition vaisseau sanguin 1 comment s'appelle le vaisseau sanguin qui ramène le sang d'un organe au cœur
117. E : veine
118. P2 :-- très bien 2 AHME
119. AHME : 2 les battements
120. P2 :-- tu peux lire la définition avant
121. AHME : il en a 70 par minute
122. P2 :-- oui battements très bien alors on passe au troisième AICH
123. AICH : organes de la respiration poumons
124. E : vaisseau sanguin qui permet des échanges entre le sang et les organes
125. P2 :-- alors comment tu l'appelles ce vaisseau sanguin ?
126. E : capillaires
127. P2 :-- bravo 5 MOHA
128. MOHA : le sang qui passe par les poumons se charge d'oxygène
129. P2 :-- très bien 6 CHER
130. CHER : le sang qui arrive dans le cœur droit est chargé en gaz carbonique
131. P2 :-- oui 7
132. MIMO : vaisseau sanguin qui conduit le sang du cœur aux organes
133. E : les artères
134. P2 :-- effectivement c'est l'artère quand ça part du cœur vers un organe ça s'appelle une artère artère MIMO 8 CHAM
135. CHAM : autre nom donné aux battements du cœur pulsation
136. P2 :-- très bien ce sont les pulsations 9 OUAN
137. OUAN : moi j'ai rien trouvé
138. P2 :-- alors LOUE lis la définition
139. LOUE : battements des artères pouls
140. P2 :-- le pouls 10 DJIN
141. DJIN : le sang

142. P2 :-- lis la définition d'abord
143. DJIN : liquide indispensable à la vie et qui circule dans tout le corps
144. P2 :-- alors c'est le
145. DJIN : sang
146. P2 :-- le 11 OUAN
147. OUAN : le cœur
148. P2 :-- tu peux lire la définition
149. OUAN : muscle creux qui joue le rôle d'une pompe en se contractant pour faire circuler le sang le cœur
150. P2 :-- alors est-ce que ça vous a permis de mieux comprendre certaines choses
AICH
151. AICH : ça apprend à quoi servent ces mots-là
152. CHER : que les artères et les veines ça se ressemblait
153. P2 :-- oui mais y'a une différence laquelle ?
154. CHER : que les artères elles sont plus grosses que les veines
155. P2 :-- et quelle grande différence surtout entre les artères et les veines ?
156. CHER : l'artère elle transporte l'air euh le sang et les veines elles transportent le sang oxygéné
157. P2 :-- non c'est pas ça MOHA oui AICH tu écoutes on reverra ça demain
- Fin à minute 55.**

5. TRANSCRIPTION DE S5

Jeu 0. Rappels de S4. Minute 0 à 3. Tdp 1 à 10. (Durée 3 mn)

Minute 0

1. P2 :-- vous vous asseyez vous sortez les classeurs de sciences et vous croisez les bras. Alors tu te souviens de ce qu'on a fait hier en sciences ? Tu pourrais nous le dire ?
2. E : ah ! Oui on a vu un cœur
3. P2 :-- oui on a observé un cœur de cochon NAVE
4. NAVE : on avait fait deux groupes un groupe qui avait commencé par une fiche où y'a des mots croisés sur la circulation du cœur sanguine et un groupe qui était au fond pour observer le cœur
5. P2 :-- oui YASS qu'est-ce que tu veux ajouter ?
6. YASS : euh c'est celui le cœur qui est le plus pareil que nous le porc
7. P2 :-- oui effectivement tu as bien retenu le choix de l'animal c'est que effectivement le cœur de porc est celui qui se rapproche le plus du cœur humain c'était pour qu'on comprenne mieux la circulation sanguine dans notre corps que j'ai apporté un cœur de porc pour la dissection AHME qu'est-ce que tu veux ajouter ?
8. AHME : aussi on a vu qu'il y avait un trou pour l'oxygène
9. P2 :-- oui on a vu que le cœur était creux qu'il y avait plusieurs cavités CHER ?
10. CHER : *inaudible*.... qu'il y avait des artères qui se rejoignaient pas à l'intérieur

Jeu n° 1. Légender un schéma de cœur. Minute 3 à 40. Tdp 11 à 121. (Durée 37 mn)

Phase 1. Annotation individuelle. Minute 3 à 22. Tdp 11 à 22

Phase 2. Correction collective. Minute 25 à 40. Tdp 23 à 121

Phase 1. Annotation individuelle. Minute 3 à 22. Tdp 11 à 22

Minute 3

11. P2 :-- oui, effectivement il y avait comment dire à l'intérieur du cœur effectivement ça n'était pas forcément relié alors cet après midi je vous ai préparé une fiche où il y a la photo du cœur telle qu'on aurait pu le disséquer et dessous il y a le schéma alors je vais vous demander de légender ce schéma alors qu'est-ce que ça veut dire de légender un schéma ? Qui peut expliquer la consigne MOHA ?
12. MOHA : *inaudible*... indiquer qu'est-ce que c'est
13. P2 :-- voilà j'ai mis 1 2 3 4 parce qu'on avait vu 4 cavités hier il va falloir dire à quoi correspondent ces 4 cavités ces trous comme vous disiez et justement vous parliez d'oxygène tout à l'heure et il faudra mettre des couleurs pour qu'on comprenne eh bien le trajet du sang dans le cœur et vous vous aidez de la photo et de la légende que j'ai mise pour compléter le schéma qui est en dessous donc SABI tu vas distribuer avec SAMI et vous pouvez commencer

Minute 4. Distribution des fiches et travail individuel des élèves, P2 passe d'élève en élève. Interactions en aparté ; avec AICH

14. P2 :-- alors ici tu t'es fait piégé regarde le sang ici tu le fais en rouge pourquoi ?
15. AICH : parce que c'est le sang qui part aux organes il est plein d'oxygène
16. P2 :-- donc tu colories du rouge tu en as et du bleu tu en as ? Bon tu fais avec du rose sinon bon tu me montres ce que tu as compris
17. AICH : là c'est en rouge
18. P2 :-- ok vas-y fais-le (*AICH colorie sur la photo*) et maintenant sur le schéma où est-ce que tu vas colorier à quoi ça correspond ? Là c'est l'artère aorte où est-ce qu'on la retrouve sur le schéma ?
19. AICH : là
20. P2 :-- très bien donc tu colories en rouge et tu peux écrire ici la légende artère aorte
21. AICH : c'est celle du milieu ?
22. P2 :-- mais y'en a qu'une regarde elle fait comme ça et là tu as plusieurs petites artères mais la grosse elle est là tu vois donc colories ici en rouge et tu mets ici artère aorte d'accord ? (*AICH écrit et colorie*)

P2 va vers d'autres élèves. Fin des travaux individuels à minute 22

Phase 2. Correction collective. Minute 25 à 40. Tdp 23 à 121

Minute 25.

23. P2 :-- bien s'il vous plaît tu vas rappeler la consigne ISSA
24. ISSA : il fallait mettre les légendes

P a affiché deux travaux d'élèves au tableau

25. P2 :-- je vais numéroter (*1 est porté sous une production et 2 est porté sous l'autre au tableau*) alors 1 est identique à la 2 ?
26. E : non
27. E : c'est la 1 la mieux
28. P2 :-- CHAM tu as quelque chose à dire ? SABI tu as dit que les deux productions ne sont pas pareilles peux-tu dire pourquoi elles ne sont pas pareilles ?

CHAM passe au tableau, observe les deux productions

29. CHAM : là il a tout colorié y'a des endroits où ça passe pas (*sur la production 1*)
30. P2 :-- effectivement
31. CHAM : et là c'est juste (*production 2*)

32. E : pas du tout y'a du noir
 33. E : là y'a du bleu
 34. LOUE : d'abord il peut pas y avoir du rouge avec dans le bleu
 35. P2 :-- pourquoi il ne peut pas y avoir du rouge avec le bleu ?
 36. LOUE : parce qu'il y a gauche et droite
 37. P2 :-- parce qu'il y a un cœur gauche et un cœur droit
 38. SAMI : ça se croise
 39. P2 :-- ah ça se croise mais en fait
 40. E : ça se mélange pas
 41. P2 :-- qu'est-ce qui se mélange pas en fait ?
 42. E : le sang
 43. P2 :-- le sang effectivement ne se mélange pas, CHER
 44. CHER : je voulais dire que les deux sont pas pareilles du tout parce que y'en a un y'a pas de trajet du tout et y'en a un y'a un trajet alors que dans la première y'a pas de trajet
 45. P2 :-- dans la deuxième tu vois un trajet
 46. YASS : *inaudible* ... moi je dis c'est la 1 pasque je l'ai déjà vu
 47. P2 :-- donc toi tu valides la production n°1
 48. YASS : oui
 49. P2 :-- c'est juste pourquoi ?
 50. YASS : que sur Internet j'ai vu c'est comme ça
 51. P2 :-- sur Internet tu as vu c'est comme ça alors pourquoi est-ce que c'est logique alors ?
 52. YASS : pasque pasque
 53. P2 :-- qu'est-ce qu'on sait sur le cœur droit et sur le cœur gauche ?
 54. YASS : euh déjà le gauche c'est le sang bleu
 55. P2 :-- ah là il est pas en bleu
 56. YASS : euh c'est en rouge et le droit c'est en bleu
 57. SAMI : les veines ça rentre et dans les organes ça sort
 58. P2 :-- non dans les artères ça sort

Minute 30

59. LOUE : y'avait des traits y'avait des flèches qui étaient foncées parce que c'était en bleu et les claires c'est pasque c'était en rouge (*LOUE va au tableau*)
 60. P2 :-- tu voulais parler des pailles ?
 61. LOUE : non là c'est plus foncé et là c'est plus clair
 62. P2 :-- alors quand ça rentre c'est en rouge et quand la flèche sort c'est en bleu
 63. LOUE : là c'est plus foncé et là c'est plus clair
 64. P2 :-- alors ce qui est en rouge ça correspond aux artères merci LOUE donc on va déjà faire ce trajet-là (*P2 note au feutre rouge au tableau, artère aorte*) donc 1 c'était rouge car dans les artères y'a plus d'oxygène et donc qu'elle était la cavité qui était rouge aussi qui était représentée

P colorie au tableau

MIMO passe au tableau

65. P2 :-- c'est rouge là aussi ? Non mais on travaille que toutes les deux j'ai posé une question puisqu'on a appris que les artères c'étaient les vaisseaux qui sortaient du cœur je voudrais savoir qu'elle est l'autre artère que je dois colorier la 2 la 3 ou la 4, CHER ?
 66. CHER : la 2
 67. P2 :-- non la 2 elle sort donc la 1 c'est l'artère aorte et donc en fait la 3 là LOUE est en train de nous dire qu'il y a une erreur MINA tu as mis veine et

- LOUE il dit que puisque ça sort on ne peut pas l'appeler veine mais on doit l'appeler artère et c'est bleu et qui est-ce qui peut m'expliquer pourquoi c'est bleu ? (P2 écrit au feutre bleu artère pulmonaire)
68. E : c'est le gaz carbonique
69. P2 :-- c'est parce que le sang est chargé en gaz carbonique y'a moins d'oxygène LOUE tu vas à ta place
70. CHER : maîtresse c'est pas artère parce que l'artère elle est à côté de l'artère aorte c'est la veine pulmonaire
71. P2 :-- vous écoutez ce que dit CHER s'il vous plaît tu dis que je me suis trompée
72. CHER : oui l'artère elle est devant
73. P2 :-- c'est quel numéro ?
74. CHER : la 3 c'est vers la droite sur la photo et vers la gauche là
75. P2 :-- LOUE tu réponds à CHER, CHER dit qu'on s'est trompé c'est pas artère mais veine 3 c'est une artère parce que ça sort
76. CHER : mais maîtresse *CHER se lève et va au tableau montre, hésite*
77. P2 :-- c'est une artère ça sort c'est forcément une artère
78. CHER : on a l'impression qu'elle est toute petite
79. P2 :-- oui mais à partir du moment qu'elle sort c'est une artère tu comprends ? Merci tu vas à ta place DJIN les deux autres vaisseaux sanguins comment s'appellent-ils ? Je te demande le 2 et le 4 comment s'appellent-ils allez le 2 on commence par ça tu écoutes CHER
80. DJIN : veine cave
81. P2 :-- alors la 2 tu l'appelles veine cave est-ce que tu peux dire pourquoi ? Quelle est sa fonction ? Qui est-ce qui peut aider DJIN ? BENY
82. BENY : ben c'est normal pasque la veine cave elle est là et c'est en bleu *BONI passe au tableau*
83. P2 :-- alors qu'elle est la fonction ? De quelle couleur je vais la colorier ?
84. E : bleu
85. P2 :-- est-ce que tu peux expliquer pourquoi
86. BENY : la veine cave elle va aller
87. P2 :-- dans le cœur et puis après le sang qui arrive dans la veine cave où est-ce qu'il repart ?
88. BONI : euh beh dans les poumons,
89. P2 :-- oui dans les poumons par l'artère pulmonaire donc ça veut dire que le sang qui arrive dans la veine cave est chargé en gaz carbonique des organes donc on écrit 2 veine cave et je fais bien le trajet avec la flèche et vous avez vu y'a une veine cave en haut et une veine cave en bas qui est-ce qui peut m'expliquer ça ? Comment ça se fait OUAN ?
90. OUAN : y'a une veine cave vers le haut parce que ça fait un tour
91. P2 :-- il vient d'où le sang ?
- Minute 35**
92. AICH : de l'air quoi
93. E : des organes
94. E : du cerveau
95. P2 :-- eh bien du cerveau bien sûr il a pris du sang oxygéné et après ce sang chargé de di oxyde de carbone revient dans le cœur et quand c'est en bas la veine cave ramène le sang qui vient d'où ça vient des jambes donc la 4 c'est forcément une veine
96. YASS : le truc qui descend ça arrive d'où ça vient d'où ?

97. P2 :-- le sang qui arrive par en bas ? Il vient des organes des jambes par exemple
98. E : et pourquoi on l'appelle veine cave ?
99. E : elle est gros comme une cave
100. P2 :-- et ensuite la 4 comment ça s'appelle ?
101. CHER : la 4 c'est l'oreillette gauche
102. P2 :-- oui mais comment ça s'appelle c'est une artère ou une veine ?
103. E : une veine
104. P2 :-- c'est une veine puisque ça rentre c'est la veine pulmonaire puisque ça revient des poumons donc c'est rouge ou bleu LOUE ?
105. LOUE : euh, bleu
106. E : rouge
107. P2 :-- rouge parce que les poumons ont transformé le sang chargé en gaz carbonique en sang
108. E : rouge
109. P2 :-- en sang enrichi en
110. E : oxygène
111. P2 :-- en oxygène
- écrit « 4 veine pulmonaire » sur le tableau en indiquant le sens des flèches
112. P2 :-- on va écrire donc ce que vous avez dit à l'oral à la suite on reprend la leçon vite
- minute 38**
113. P2 :-- je vous écoute qu'est-ce que je peux dire sur le cœur CHAM, SABI, ISSA ?
114. CHAM : que le sang oxygéné et le sang de di oxyde de carbone ils se croisent pas
115. P2 :-- oui et qu'il circule dans le cœur mais d'une façon générale qu'est-ce qu'on peut dire sur le cœur maintenant ? C'est un
116. AHME : c'est un c'est un c'est comme un moulin par exemple c'est un cycle par exemple ça rentre par là et ça va le refaire ça va le refaire
117. P2 :-- oui mais qu'est-ce qu'on a vu hier quand on l'a touché, c'était un
118. E : un muscle
119. P2 :-- un muscle très bien, le cœur est un muscle creux
120. E : oui, parce que maîtresse ça pompe
121. P2 :-- oui c'est une double pompe très bien

Jeu n° 2. Construction de la trace écrite décrivant le cœur et le sang circulant. Minute 40 à 44. Tdp 122 à 156. (Durée 4 mn)

Minute 40. P2 écrit au TBI :

A quoi sert le cœur ?

Le cœur est un muscle creux. C'est une double pompe qui fait circuler le sang dans les vaisseaux sanguins

122. E : maîtresse on met le ou les

123. P2 :-- on a vu hier c'était un seul organe en fait il est pas séparé il y a une cloison mais c'était un seul morceau en fait

L'artère aorte conduit le sang dans les

124. E : organes

125. P2 :-- très bien

126. E : c'est un hasard

127. P2 :-- non c'est pas un hasard il a très bien travaillé depuis le début de la leçon

L'artère aorte conduit le sang dans les organes

La veine cave

128. P2 :-- MIMO tu continues
129. MIMO : la veine cave ramène l'air
130. P2 :-- non c'est pas l'air dans le cœur il y a du sang comment il est ce sang ?
131. E : il est oxygéné
132. P2 :-- non
133. E : il est sale
134. P2 :-- c'est-à-dire il est sale il est comment ?
135. E : il est chargé de toxique il a du di oxyde de carbone
136. P2 :-- oui il est chargé de dioxyde de carbone donc la veine cave dans le cœur droit tu as raison de préciser ça va nous aider on écrit

P2 écrit la suite du résumé au TBI

La veine cave dans le cœur droit ramène le sang chargé en di oxyde de carbone

137. SAMI : là y'a deux branches (*SAMI désigne le numéro 3*) y'en a une pour le droit et une pour le gauche
138. P2 :-- ah pour les poumons tu veux dire pour la veine pulmonaire tu as raison c'est une bonne remarque alors ensuite le vaisseau sanguin n°3 à quoi ça correspond AHME
139. AHME : il correspondait à les artères pulmonaires
140. P2 :-- artère pulmonaire dans le cœur droit à quoi sert-elle ?
141. AHME : à rentrer ... à faire sortir
142. P2 :-- à conduire le sang
143. AHME : dans les poumons
144. P2 :-- à conduire le sang riche en di oxyde de carbone dans les poumons, très bien

Au TBI, P2 écrit

L'artère pulmonaire dans le cœur droit conduit le sang chargé en gaz carbonique (CO₂) dans les poumons

145. P2 :-- le 4 CHAM tu peux venir noter elle vous écoute pour noter
146. E : moi j'ai rien à dire
147. P2 :-- et si

Minute 42

148. LOUE : à quoi sert le dernier trou qui est tout en bas ?
149. P2 :-- LOUE tu continues ah tu veux ton dessin je te le donne (*P2 décroche du tableau sa production et lui donne*) à quoi correspond le 4 ?
150. LOUE : le 4 c'est la veine pulmonaire (*rires d'élèves*)
151. P2 :-- oui pulmonaire c'est bien à quoi sert-elle ? Elle ramène le sang
152. LOUE : dans le cœur gauche
153. P2 :-- très bien d'où ?
154. LOUE : des poumons
155. P2 :-- donc la veine pulmonaire ramène le sang enrichi en oxygène dans le cœur gauche

CHAM écrit au TBI

la veine pulmonaire ramène le sang enrichi en oxygène dans le cœur gauche

150. P2 :-- bien est-ce qu'il faut ajouter quelque chose ?
151. E : non
152. P2 :-- on a fini tu mets un espace et on enregistre on relit AHME on t'écoute
153. AHME : A quoi sert le cœur ? Le cœur est un muscle creux. C'est une double pompe qui fait circuler le sang dans les vaisseaux sanguins
L'artère aorte conduit le sang dans les organes

La veine cave dans le cœur droit ramène le sang chargé en di oxyde de carbone
L'artère pulmonaire dans le cœur droit conduit le sang chargé en gaz carbonique en di oxyde de carbone (CO₂) dans les poumons

La veine pulmonaire ramène le sang enrichi en oxygène dans le cœur gauche

154. P2 :-- bon est-ce que quelqu'un veut rajouter quelque chose CHER ?

155. CHER : le cœur droit et le cœur gauche ils sont différents par exemple l'artère pulmonaire elle va aussi dans le cœur gauche

156. P2 :-- ça passe par-dessus en fait ça se croise ça fait comme un huit mais à aucun moment le sang ne se mélange le sang ne peut pas se mélanger, on est bien d'accord on a fini vous pouvez relire et corriger avec votre crayon à papier s'il y a des erreurs

Fin à minute 44

6. TRANSCRIPTION DE S6

Jeu 0. Rappels de la séquence et annonce des ateliers scientifiques. Minute 0 à 7. Tdp 1 à 12. (Durée 7 mn)

Minute 0

1. P2 :-- qui est-ce qui peut dire ce qu'il a déjà appris sur le cœur et la circulation du sang
2. CARO : j'ai appris que mon cœur ...*inaudible*
3. P2 :-- d'accord LOUE
4. LOUE : que le sang ça passe dans le bleu ça passe dans le rouge
5. P2 :-- alors une partie bleue et une partie rouge NAVE
6. NAVE : y'a une partie du cœur où il y a plus d'oxygène et une partie où il y a plus
7. P2 :-- de gaz carbonique
8. P2 :-- qui est-ce qui veut ajouter quelque chose
9. CHER : que le cœur c'est pas ce qu'on pense comment on le dessine c'est pas la même chose que quand on dessine un cœur
10. P2 :-- voilà je vais vous présenter les ateliers scientifiques pour que vous compreniez mieux comment fonctionne le cœur donc 5 ateliers vous avez un atelier où vous allez SASS écoute un atelier dessin où vous allez dessinez le cœur et vous allez le légendier d'accord vous aurez également un atelier vidéo où vous avez un ordinateur avec le DVD de « C'est pas sorcier » troisième atelier où vous allez pomper 3 litres d'eau qui représentent en fait le sang que vous pouvez avoir dans votre corps le quatrième atelier concerne la prise de mesures de battements de cardiaque avec le stéthoscope et puis le cinquième atelier c'est un atelier musculation où vous avez donc ici une balle qui représente le cœur et vous allez devoir la serrer très très fort pendant une minute et ensuite vous devrez compter combien de fois vous arrivez à la serrer très très vite et fort alors toutes ces consignes écoutez bien, écoutez s'il te plaît non tu n'as rien à dire ces 5 consignes concernant les 5 ateliers sont sur une fiche que vous allez avoir individuellement et que vous complèterez quand vous serez par équipes de deux d'accord SABI écoute normalement ce sont des ateliers tournants et il y a normalement pour chacun des ateliers de manipulation (*silence*), les ateliers manipulation sont des ateliers où vous allez rester par deux 5 minutes maximum il n'y a que l'atelier dessin qui prendra un peu plus de temps et vous pourrez rester normalement jusqu'à un quart d'heure parce qu'il faut un peu plus de temps pour dessiner le cœur et le légendier

<p>qu'est-ce que tu as comme question CHER</p> <p>11. CHER : les équipes de deux c'est par table</p> <p>12. P2 :-- oui c'est plus simple par table donc on va commencer les répartitions Irina et puis SAMI vous allez venir ici, OUAN tu vas venir avec YASS et CHAM tu vas venir ici au stéthoscope vous prenez un crayon SASS et puis ISSA vous allez venir ici aussi au stéthoscope DJIN et CHER vous venez aussi au stéthoscope KOUS et puis SALA vous venez à l'atelier vidéo MIMO et CARO vous venez à l'atelier musculation prenez un crayon</p>
Jeu n° 1. Dessiner et légendez un cœur.
Jeu n° 2. Formuler à quoi servent les deux parties du cœur
Jeu n° 3. Comprendre le rôle de pompe du cœur à l'aide d'un modèle analogique
Jeu n° 4. Compter les battements cardiaques entendus au stéthoscope
Jeu n° 5. Comprendre une analogie cœur/muscle
<p><i>Répartition des élèves dans les ateliers tournants</i></p> <p><i>P2 aide les élèves et passe de groupe en groupe. Les élèves passent aux différents ateliers avec leur fiche qu'ils renseignent au fur et à mesure.</i></p> <p>Minute 7 à 60. Durée 53 minutes</p>
Jeu n°6. Mutualisation des ateliers. Minute 60 à 89. Tdp 13 à 112. (Durée 29 mn)
<p>Minute 60</p> <p>13. P2 :-- alors atelier pompage on t'écoute alors pour ceux qui l'ont fait il vous a fallu combien de temps pour transvaser les 3 litres d'eau</p> <p>14. KOUS : 12 minutes</p> <p>15. P2 :-- 12 minutes il vous a fallu et les autres combien est-ce que vous avez mis</p> <p>16. YASS : on n'a pas fini mais à la moitié on était à 4'60</p> <p>17. P2 :-- 4' 60 et vous aviez déjà transvasé 1 litre et demi est-ce que vous savez en combien de temps votre cœur pompe trois litres de sang</p> <p>18. E : non</p> <p>19. E : une minute</p> <p>20. E : deux minutes</p> <p>21. P2 :-- non je lève le doigt et je réponds si je le sais oui CHER</p> <p>22. CHER : 5 litres (CHER a un livre documentaire devant elle qu'elle parcourt)</p> <p>23. P2 :-- oui 5 litres c'est les adultes 3 litres c'est pour les enfants alors combien 5 litres c'est quand on est grand quand on est adulte alors tu as la réponse dans ton documentaire</p> <p>24. CHER : il pompe 7 500 litres</p> <p>25. P2 :-- c'est pas la question la question c'est le temps est-ce que tu le connais est-ce que c'est écrit dans ton documentaire... le cœur il fait ce que vous avez fait en une minute en une seule minute alors que vous vous avez vu ça te dérange pas de parler en même temps que moi (à l'adresse de CHER) donc vous avez mis douze minutes une bonne dizaine de minutes alors que le cœur lui votre cœur il fait cela en une minute alors ça veut dire que le cœur est un muscle très puissant puisqu'il arrive à faire circuler trois litres de sang dans le corps donc vous écrivez la réponse</p> <p><i>P2 écrit au tableau, les élèves copient</i></p> <p>26. P2 :-- atelier musculation SASS</p> <p>27. SASS : prend la balle dans la main serre-là fortement et compte combien de fois tu peux la serrer fortement pendant une minute</p> <p>28. YASS : 207 en une minute</p> <p>29. P2 :-- 207 fois comme ça en une minute (avec un grand étonnement) est-ce que tu as fait cette expérience avec quelqu'un YASS</p>

30. YASS : oui
 31. P2 :-- et tu as vérifié tu as contrôlé il a réussi à faire ça 207 fois en une minute je peux te dire que j'ai essayé et je n'ai pas réussi à faire ce score-là qui a essayé encore
 32. SAMI : 73
 33. DJIN : 213
 34. E : 47
 35. P2 :-- donc tu as serré très très fort il fallait serrer très fort bon ce que je constate c'est que c'était pas le même nombre de fois et bien est-ce que vous savez le nombre de fois que le cœur se contracte lui en une minute
 36. E : 10 000
 37. E : 73
 38. E : 2000
 39. P2 :-- CHER est-ce que tu l'as trouvé dans ton documentaire ça

Minute 80

40. CHER : un adulte ou un enfant
 41. P2 :-- donne-nous les deux réponses
 42. CHER : un enfant 100 fois par minute et un adulte 70 fois
 43. P2 :-- donc quand vous avez fait l'atelier musculation eh bien imaginez que cette balle-là c'est votre cœur et qu'il se contracte 70 fois donc l'atelier musculation donc la question 2 c'était (P2 écrit au tableau) 70 fois pour un adulte par minute et 100 fois pour un enfant l'atelier mesure des battements cardiaques maintenant combien tu as trouvé toi MIMO
 44. MIMO : 35 fois
 45. P2 :-- 35 fois tu es sûre (avec étonnement)
 46. E : 55
 47. CHER : 83
 48. E : 61
 49. SABI : 62
 50. CARO : 96 fois
 51. P2 :-- alors je trouve que les écarts sont très très importants

Interruption pour indiscipline

52. P2 :-- donc vos mesures sont très différentes et je suis étonnée parce que normalement pour un enfant les battements se situent autour de 80 alors quand vous me dites 34 je pense qu'il y a eu une erreur ou alors c'est en 30 secondes vous n'avez pas bien compté la minute alors
 53. AHME : mais on n'a pas chronométré on a écouté et puis voilà
 54. P2 :-- tu peux relire la consigne AHME
 55. AHME : utilise un stéthoscope pour écouter ton cœur et celui d'un camarade compte les battements cardiaques de ton camarade en une minute
 56. P2 :-- vous avez vérifié que la trotteuse faisait tout le tour de la pendule
 57. E : beh oui
 58. P2 :-- vous n'avez pas du respecter la minute vous n'avez pas regardé la minute

P écrit au tableau : entre 80 et 100 par minute pour un enfant

Brouhaha

59. P2 :-- quand j'étais à l'atelier avec toi qu'est-ce que tu m'avais dit SABI
 60. SABI : *inaudible*
 61. P2 :-- alors qui est-ce qui m'avait parlé d'un son qui ressemble à la radio c'est toi OUAN

62. OUAN : *inaudible*
 63. P2 :-- je ne comprends pas ce que tu dis
 64. E : laisse tomber
 65. P2 :-- non non je laisse pas tomber d'abord pour commencer est-ce que tu peux articuler et préciser ce que tu as voulu dire
 66. YASS : c'est quand tu ...*inaudible* ...comme ça ça fait comme une radio
 67. P2 :-- ah ! ça fait comme le bruit de la radio mais est-ce que normalement il fallait bouger le stéthoscope
 68. E : non
 69. OUAN : mais quand je l'ai placé ça gigotait
 70. P2 :-- ça gigotait ça chantait

Rires

Interruption

71. P2 :-- bon alors finalement ça se situait entre 80 et 100 entre cet écart-là
 72. E : ça bat plus vite à certains moments
 73. P2 :-- oui à quel moment
 74. E : quand tu cours
 75. P2 :-- oui lors d'une activité physique on avait vu que ça battait beaucoup plus vite qu'au repos donc c'est pour ça on peut même le rajouter entre 80 et 100 par minute pour un enfant au repos (*et P2 complète au tableau*) atelier vidéo LOUE on t'écoute
 76. LOUE : mais je l'ai pas fait
 77. P2 :-- alors ceux qui sont passés à l'atelier vidéo aujourd'hui
 78. BENY : cite quels sont les noms des différentes parties du cœur
P2 montre une maquette de cœur en plastique, BENY se lève et indique les différentes parties du cœur
 79. P2 :-- alors tu nous as parlé d'oreillette et ventricule tu nous montres oreillette et ventricule s'il te plaît

BENY montre, se trompe, P2 remontre sur la maquette ventricule gauche et ventricule droit oreillette droite et ventricule droit

80. P2 :-- oui le sang arrive par les oreillettes et repart des ventricules oui CHER tu voulais dire quelque chose
 81. CHER : la ventricule moi je pensais que c'était en dessous les capillaires
 82. P2 :-- alors c'est à l'intérieur on a vu que le cœur c'était un muscle creux avec 4 cavités, y'a l'oreillette droite qui se remplit après c'est expulsé par le ventricule droit et puis ensuite c'est la même chose pour la partie droite et ça vous l'avez vu dans la vidéo

Brouhaha, interruption

83. P2 :-- alors en faisant ces ateliers qu'est-ce que vous avez appris
 84. E : ...*inaudible* que c'était le cœur
 85. P2 :-- oui et qu'est-ce que tu as appris aujourd'hui
 86. AHME : moi j'ai appris que le sang le cœur il sert à rejeter le dioxyde de carbone ... dans les poumons et y'a de l'oxygène qui entre
 87. P2 :-- c'est ce que tu as appris aujourd'hui dans quel atelier tu as appris ça
 88. E : dans l'atelier vidéo
 89. P2 :-- dans l'atelier vidéo toi MAMA qu'est-ce que tu as appris et dans quel atelier
 90. MAMA : à l'atelier dessin
 91. NAVE : c'était trop bien
 92. MAMA : ben ça

93. P2 :-- alors finalement tu comprends mieux l'anatomie du cœur comment il est fait parce que tu l'as dessiné c'est ça (*en montrant le dessin de Mama*) d'accord donc ça vous a aidé

94. MAMA : oui et je me suis resservi de l'autre qu'on avait fait

95. P2 :-- ah oui d'accord

Grand bruit, P2 montre le dessin de NAVE

96. P2 :-- pourquoi tu disais que c'était trop bien

97. E : c'est trop beau

98. P2 :-- effectivement son dessin est beau mais du point de vue scientifique qu'est-ce qu'on peut ajouter

99. E : on voit bien les oreillettes

100. E : on voit bien les ventricules

101. E : l'artère aorte et l'artère pulmonaire

102. P2 :-- oui elle a bien la différence entre les différentes artères

103. E : on voit les veines

104. E : les veines on l'a déjà dit

105. P2 :-- ce que l'on voit bien sur le dessin de NAVE c'est qu'il y a une circulation à l'intérieur de cœur aussi on voit bien qu'il y a des artères et des veines à l'intérieur du cœur et pas simplement du cœur aux poumons et du cœur aux organes c'est très bien NAVE moi j'ai pas fini il me manque 2 ateliers encore dans l'atelier pompage par exemple qui est-ce qui a pu apprendre quelque chose

106. SAMI : moi j'ai appris que le sang dans notre corps ça circulait

107. P2 :-- eh oui

108. SAMI : y'avait une pompe et un tuyau parce que la dernière fois qu'on a vu la vidéo on a vu qu'il y avait une pompe qui prenait et qui rejetait

109. P2 :-- pourquoi est-ce qu'il y avait une pompe dans la maquette

110. SAMI : pour laver le sang

111. E : parce que le cœur c'est comme une pompe

112. P3 :-- parce que le cœur c'est comme une pompe effectivement bien vous rangez ces fiches dans le classeur de culture scientifique

Fin à minute 89

CHAPITRE 3. LES ENTRETIENS AVEC LES ÉLÈVES

1. CHER

Tu peux m'expliquer ce que vous avez fait la dernière fois que je suis venue

On a terminé l'appareil respiratoire

Oui

Après on a commencé la circulation sanguine, au début, on avait dessiné pour nous où étaient les veines dans une silhouette

Tu saurais retrouver ce que tu as dessiné ? Tu te souviens ?

Ça c'est ce qu'on a écrit

Ça c'est ton groupe

C'est lui

Très bien, alors, expliques-moi ce que tu as fait

Comme au début, on avait travaillé sur l'appareil digestif que l'on avait vu sur l'intestin grêle qu'il y avait des veines, j'ai mis des veines dans le ventre

C'est ça, les veines dans le ventre ?

Sur le bras, aussi, j'en ai mis dans la tête et dans le cerveau, dans le nez, dans la bouche parce que aussi on peut saigner on peut saigner de la tête, j'ai mis des veines dans le bras, j'ai mis des veines partout

Parce que tu pensais que le sang allait partout

Oui

D'accord, très bien, et alors après vous avez travaillé, vous avez fait ça, explique-moi

Que selon les productions qu'on a faites, chacun n'avait pas mis la même chose, par exemple, t'en avais qui avait oublié le cœur, que les veines n'étaient pas reliées ensemble, que les vaisseaux sanguins, ils n'allaient pas au cœur et aussi il y avait des ressemblances, elles vont toutes au cerveau et au cœur, elles vont toutes à la bouche et au nez, et les vaisseaux sanguins vont tous au cerveau (*là Cher lit ce qui est sur l'affiche*)

D'accord, alors est-ce qu'il y a des choses que tu as apprises ?

Oui

Qu'est ce que tu as appris dis-moi

Que quand elle venait, c'était par l'artère et elle passait par les vaisseaux sanguins, les capillaires, puis elle repartait par les veines

Donc, le sang arrive par les artères, passe dans les capillaires et ensuite repart par les veines, c'est ça ?

Et il y a un seul sens

Et il y a un seul sens, ça c'est ce que tu as appris ?

Oui, que aussi, une veine ne pouvait pas aller à un endroit et s'arrêter comme ça, elle ne pouvait pas, elles devaient toutes être reliées pour aller au cœur et il y a un départ et il y a une fin

Il y a un départ et il y a une fin ? Pour aller aux organes ? Explique-moi

Oui, pour aller aux organes, ça vient de là pour la jambe gauche, ça part de l'artère, ça passe dans les capillaires, après ça repart de la veine et aussi on a vu l'angiographie, l'angiographie qu'on a faite, on a même écrit dessus

Tu veux quoi ?

C'est ce qu'on avait écrit

Tu avais fait deux affiches, ah d'accord, alors regardes peut être ici, tu vas peut être trouver ton bonheur, tu avais fait deux affiches, c'est celle-là ? D'accord

On avait vu une radio qui nous montrait la main, on voyait que les os, on ne voyait pas les veines, les artères, après le deuxième document, c'était l'angiographie de la main qui montre les capillaires, les artères et les veines et le trois, ça montre comme un zoom de l'angiographie, sauf que l'on voyait le sang qui passe dans les artères, passe par les capillaires et fini par les veines

D'accord, est ce que tu as les capillaires ici ?

Non, mais dans le document que l'on avait eu on les voyait

Mais pas dans celui-là

Dans celui-là, il y a le poumon, il y a marqué les veines, les artères,

Montre-moi les poumons

Les poumons, ils sont ici, il y a aussi marqué l'artère de la jambe gauche

Ce qui manque c'est les capillaires

Comme on a vu que c'était sur un doigt qu'il y avait les capillaires, comme ils sont tous petits, on ne les voit peut être pas

Ils ont pas pu les faire, c'est ça que tu veux dire

Et aussi, que ça passait partout, ou si on se coupait un endroit, par exemple à la cuisse, si on se coupe, il y a toujours du sang, il ne peut pas y avoir une plaie sans sang

Ok, est-ce que c'était difficile ce que tu as eu à faire

Non, mais des fois quand on écrivait la leçon ou quand on regardait les vidéos de « C'est pas sorcier », on voyait des différences avec ce que l'on avait écrit, pour mieux comprendre si c'était vrai ou faux, on voyait des images, des échographies et on apprenait plus de choses et comme ça, ça nous permettait de nous corriger par rapport à ce qu'on avait écrit

Donc, les documents et la vidéo t'aident à comprendre des choses, c'est ça ?

Aussi, ils nous aident à écrire des choses, des fois on a des trucs que l'on veut expliquer mais qu'on n'arrive pas à écrire

D'accord

Et on a appris, par exemple avant je savais pas ce que c'était une artère et là ça nous apprend des choses qu'on était pas sûr

Tu ne connaissais pas les artères

Non

Et alors, c'est quoi maintenant les artères pour toi ?

Les artères, c'est comme une veine, c'est comme si c'était un début d'un circuit

Oui

Et la veine, c'est la fin

Ah d'accord oui

Mais, sauf que ça fait le tour, comme si c'était comme une voiture de course, sauf que ça s'arrête pas

Eh bien oui d'accord, et ça, tu ne le savais pas

Non

Tu avais déjà travaillé là-dessus ou pas ?

Non

Non, c'est la première fois

Oui, mais aussi, ce qu'on a appris, c'est qu'il y a de l'oxygène dans le cœur, il y a du sang oxygéné

Oui

Dans le sang oxygéné, il le fait ressortir, il y a plus de sang qu'on ne le croit, aussi il y en a qui disent qu'ils n'en ont pas dans le ventre, si l'on ouvrait, il n'y avait rien, alors

que, quand on a travaillé, moi j'étais pas là, mais on m'a raconté, quand ils ont travaillé sur l'appareil digestif du mouton, ils avaient vu des capillaires

Tu n'étais pas là ?

Non

Pourquoi ?

J'étais malade

Ah, tu étais malade, d'accord

Il y avait des capillaires sur l'intestin grêle, sur le gros intestin, et c'est là que j'ai compris qu'il y en avait dans le ventre, avant je ne savais pas

Tu pensais qu'il n'y en avait pas

Oui, moi aussi, j'ai fait de grosses veines dans le dessin, là, c'est une grosse veine, moi je pensais que tous les petits capillaires se rejoignaient qui formaient une veine, puis une artère puis après une plus grosse veine, et le cœur, on n'a pas l'impression que c'est des capillaires, mais des veines et des artères qui sont dessus, quand on voit des photographies, on voit des veines qui sont attachées

Est-ce que vous étiez d'accord quand vous avez écrit tout ça dans le groupe où est-ce qu'il y en avait qui n'était pas d'accord

Non, t'en as qui n'était pas d'accord

Oui, mais quand vous avez écrit, après vous vous êtes mis d'accord

Oui, on s'est corrigé quand on regardait les documents, on a bien regardé toutes nos productions, après on a vu qu'il manquait quelque chose, que il y avait un truc de trop, après on a pu se corriger, et voir ce que l'on avait fait avec la maitresse

D'accord, très bien, je te remercie, et je vais maintenant de poser des questions peut-être plus générales. Est-ce que c'est un sujet qui t'intéresse, la circulation du sang ?

Oui, parce que l'on a appris plein de choses que l'on ne savait pas avant, ce l'on ne savait pas forcément, tu en avais peut être qui le savait, mais on a appris quelque chose

C'est important d'apprendre ?

Oui

Et d'apprendre la circulation du sang, c'est important ?

Oui, par exemple, tu as quelqu'un qui veut devenir médecin ou chirurgien

Et toi, tu sais ce que tu veux devenir ? Médecin ?

Maitresse, mais aussi, c'est bien de savoir la circulation du sang parce que l'on peut faire des expériences

Pourquoi ? Expliques-moi ?

Pour faire des expériences, parce que la science aussi, ça nous permet, pas de s'amuser, mais euh, que l'on peut faire, que les recherches, c'est par comme en maths ou en français, là elles sont plus, je ne sais pas comment dire, c'est comme si c'était un jeu

C'est comme si c'était un jeu, c'est des sciences que tu as fait là ?

Oui

Oui d'accord, tu n'aimerais pas avoir forcément un métier dans les sciences, mais tu m'as dit plutôt maitresse

Oui

Est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui, parce que ça nous permet d'apprendre des choses que l'on n'apprend pas forcément dans la vie quotidienne et ça nous permet d'améliorer nos performances

D'accord et pourquoi faire ?

Pour avoir un métier plus tard

Oui

Et aussi pour avoir des diplômes, des récompenses

D'accord, donc c'est pour ça que tu aimes bien aller à l'école

Oui

Et ce sujet-là, il t'a intéressé, plus que d'autres ou moins que d'autres ou pareil ?

Celui-là, la première fois qu'on en a parlé avec la maitresse, comme on avait eu du retard parce qu'elle n'était pas là, on aurait presque terminé, et j'aimais bien car comme on doit dessiner sur la silhouette, après ce qui est amusant c'est que l'on compare avec les autres, on parle de ce qu'on a fait, on regarde les différences et les ressemblances

D'accord, je vais encore te poser une question, est-ce que tu lis des magazines qui parlent de sciences, est-ce que tu regardes des émissions qui parlent de sciences, dis-moi

Avant, je regardais « C'est pas sorcier », ça m'a appris beaucoup de choses que je n'aurai pas su

Tu le regardes chez toi ?

Oui, aussi comme on a des magazines chez nous, ça nous donne des expériences

Tu les connais ces magazines ?

Il y en a un dans la classe, ça commence par un W

Wappiti ?

Oui, voilà dedans, ça nous parle des animaux, des expériences à faire

Et tu aimes bien ces livres ?

Oui

Ces magazines

Oui, des fois, avant il y avait des ateliers à l'école, des sciences, on apprenait à faire des mélanges chimiques, et maintenant, il y a des nouveaux jeux pour apprendre à faire

Et ça, tu aimes bien ?

Oui

Est-ce que c'est un sujet dont tu as parlé avant, mais pas forcément à l'école, est-ce que tu as parlé du sang et de la circulation sanguine ?

Oui, parce que ma mère, elle fait don de sang

Elle donne son sang ta maman ?

Oui, et comme j'avais déjà fait une prise de sang parce que j'avais été malade, on est allé à une réunion à Verneuil, je ne me souviens plus, il parlait des globules blancs, des globules rouges, que dedans les globules blancs, ils prenaient tous les virus qu'il y avait, qu'à la télé, ils ont parlé, c'était dans une émission, on voyait mais c'était pas pour de vrai, c'était une image qui était à l'intérieur d'une veine, c'était en 3D et on voyait les globules blancs, les globules rouges

Et ça, ça t'intéresse ?

Oui

Et donc, tu avais déjà un peu parlé du sang avec ta maman quand elle t'expliquait qu'elle donnait son sang

Oui

Oui d'accord, et tu en parles de ce sujet avec les autres camarades ou euh

Après qu'on a commencé à faire ça, on a commencé à en parler

Donc, depuis lundi dernier, vous en avez parlé un petit peu entre vous ?

Aussi, on disait nos difficultés, nos points forts et quand on a eu terminé l'appareil digestif et l'appareil respiratoire, ça nous avait donné des aides

Tu as des frères, tu as des sœurs ?

J'ai deux frères qui ne sont plus au lycée et j'ai une sœur qui est au lycée et elle m'aide quelquefois à faire mes devoirs, elle m'apprend des choses

Bien sûr, est-ce que tu sais ce que c'est que la biologie ?

La biologie ...

Tu en as entendu parler ou pas?

Ma sœur, elle en fait au lycée, je crois que c'est sur les organes

D'accord, et qu'est-ce que c'est pour toi faire des sciences ?

Faire des sciences, c'est faire des expériences, des découvertes sur la nature, sur notre corps, des choses que l'on ne peut pas apprendre comme ça et aussi en sciences on peut apprendre à faire, à apprendre à nos enfants, petits-enfants, les choses que l'on n'aurait pas pu apprendre sans être à l'école

Écoutes, très bien, je te remercie, vous allez partir en récréation, là maintenant ?

Oui

D'accord, ok, alors, je vais arrêter.

2. SABI

Tu peux me montrer ce que tu avais fait en tout premier, m'expliquer ce que tu as dessiné

Le sang, ça va d'abord dans le cœur, ça passe dans des artères, ça va dans les veines, ça va dans les poumons, ça va dans le cœur gauche, ça se change en dioxygène et après quand ça va dans les artères et ça change le sang en dioxyde de carbone.

D'accord, ça ce n'est pas ce que tu savais au début

Non

C'est un peu ce que tu as appris ?

Oui

Est-ce que tu as un autre dessin qui te permettrait de m'expliquer tout ce que tu as appris, par exemple, celui-là, est-ce que tu peux m'expliquer ? Quel est en fait le trajet du sang ? Est-ce que tu peux me le réexpliquer ?

Ça sort du cœur droit ça descend dans les veines du bras ça va dans les veines du bras droit, ça monte et ça descend dans la veine de la jambe gauche

Le travail sur lequel tu as travaillé depuis quelques séances, c'est quoi, est ce que tu saurais me dire ?

La circulation sanguine

Très bien, est-ce que tu pourrais me faire en une ou deux phrases, le résumé de ce que tu as appris ?

Oui, j'ai appris que le sang, il peut se transformer parce que il y a un moment le sang il a plus de dioxygène et il y en a un autre qui se transforme et il a plus de dioxyde de carbone, après j'ai appris car je ne savais pas que les capillaires ça existait

Ah d'accord, tu as appris ça, tu as appris les capillaires oui

J'ai appris aussi qu'il y avait un cœur gauche et un cœur droit et que en tout, c'était un seul

Oui

C'est tout ? Tu as appris la circulation du sang, que dans du sang il y avait du CO₂, dans du sang de l'O₂, tu as appris qu'il y avait des capillaires, qu'il y avait un cœur droit et un cœur gauche, bon c'est déjà pas mal. Comment tu as fait pour apprendre ça ? Qu'est ce que tu as eu à faire, est-ce que tu te souviens ?

On devait faire des expériences

On devait faire des expériences, lesquelles ?

On avait

Tu te souviens des expériences que tu as faites ?

Non

Non, ou autre chose, je ne sais pas, tu te souviens de comment tu as travaillé ? Est-ce que tu as travaillé avec des documents

Oui, des documents où il y avait un dessin, une main, une main où il y avait que les veines et les capillaires, un autre où on voyait les capillaires et les artères et les veines

Et tu te souviens ce qu'il fallait trouver avec ces documents ?

Oui, que

Tu ne te souviens plus, mais ce n'est pas grave. Est-ce que c'était difficile ce que tu avais à faire ?

Non, au début, je pensais que c'était difficile

Et alors finalement

Que non, ce n'était pas du tout difficile

Ce n'était pas du tout difficile, bon très bien. Tu avais déjà fait quelque chose comme ça ?

Oui

Oui, l'année dernière où dans une autre classe, dis-moi ?

C'était

Cette année, par exemple, tu as déjà fait des choses comme ça ?

Non pas avec la maitresse

Est-ce que c'est important pour toi d'apprendre ça sur la circulation du sang ?

Oui pour connaître mon corps

C'est important pour connaître ton corps ?

Oui et savoir comment circule le sang, l'appareil digestif et l'appareil respiratoire

C'est quelque chose que tu trouves intéressant ?

Oui

Est-ce que tu sais ce que tu vas faire comme métier plus tard ? Est-ce que tu peux me le dire ?

Oui, je veux docteur généraliste ou sinon, je veux faire sage-femme

Ah, docteur généraliste ou sage femme. Du coup ça t'intéresse ce travail ? Tu penses ?

Oui

Oui, tu penses que ça te rasservira plus tard ?

Oui pour le docteur, par exemple il a mal ici, on va faire un truc comme ça pour savoir si le cœur il va bien

Oui d'accord, est-ce que tu aimes aller à l'école ?

Oui

Et pourquoi est-ce que tu vas à l'école ?

Pour apprendre plus et avoir un métier plus tard

Pour apprendre plus et avoir un métier plus tard, d'accord. Qu'est-ce que tu apprends à l'école ?

Quelles matières ?

Oui, par exemple oui

En maths, je ne comprenais pas les décimaux et j'ai appris grâce à l'école

Oui

En vocabulaire, il y avait des mots d'autrefois que je ne comprenais pas et j'ai appris aussi

D'accord

Oui et en sciences, j'ai appris mon corps, comment il était

Oui, et pour ton métier plus tard, c'est quelque chose d'important pour toi

Je pense que le plus important, c'est la science et la technologie et c'est tout

D'accord, et c'est quoi la science ?

c'est ...

Là par exemple ce que tu as fait, c'est des sciences ?

Oui

Oui oui d'accord très bien. Est-ce que tu lis des magazines scientifiques ou est-ce que tu regardes des vidéos ?

Oui

Oui alors, parle moi de ça

Je regarde, chez moi, je demande à mon père de m'acheter les « C'est pas sorcier » et je regarde

Tu aimes bien ?

Oui

Pourquoi tu aimes bien ?

Il nous apprend comment on est fait dans notre corps et des fois des expériences

D'accord. Est-ce que tu as déjà parlé de ce sujet de la circulation du sang, est-ce que tu en as déjà parlé à l'école ou chez toi à la maison ?

Chez moi avec mon père

Avec ton papa, tu en as parlé ?

Oui

De la circulation du sang, tu peux me dire éventuellement de quoi vous avez parlé ? Est-ce que tu peux me dire ce vous en avez dit ?

Il m'a dit d'abord que le sang il s'échangeait, mais il m'avait pas dit ni dioxygène ni dioxyde de carbone, il m'avait dit aussi que si il y a quelque chose qui sert longtemps, le sang ne peut pas circuler

Oui

Et après, le reste, je ne m'en rappelle plus trop.

Et vous en avez parlé comme ça ou c'est parce que toi tu faisais ça à l'école ?

Oui, parce que l'on avait commencé par l'appareil digestif, après lui, il a commencé à me dire

D'accord, et qu'est-ce qu'il fait ton papa ?

Il travaille dans la laiterie à Isle

D'accord ok très bien. Tu as des frères, tu as des sœurs ?

Oui

Est-ce que tu as déjà parlé avec eux du sujet du sang par exemple ou de la circulation sanguine ?

Avec mon grand frère

Et vous avez parlé de quoi ? Si tu veux bien me dire

Je ne me rappelle plus

Tu ne te rappelle plus, mais ce n'est pas grave. Est ce que tu sais ce que c'est que la biologie ?

Oui, c'est tout ce qui est bio, fait avec la nature

Je t'ai demandé tout à l'heure ce que c'était que les sciences, tu n'as pas trop su me dire, est-ce que maintenant tu en as une petite idée ou pas plus ?

Les sciences, c'est tout ce qui est expérience

Voilà, d'accord

C'est tout

Ce que tu as fait depuis le début et pas simplement ce travail, tu l'as peut-être dans ton classeur les autres travaux que tu as fait

Au tout début

Euh, oui la dernière séance, on vous avait demandé d'expliquer à quoi servait le cœur et tu avais peut-être indiqué des choses, voilà « plus on fournit d'effort, plus le cœur bat vite pourquoi ? » et toi tu avais expliqué ça

Pour que le cœur envoie plus le sang que ça tourne dans notre corps, et ça bat fort

D'accord, très bien écoutes, je te remercie

3. MIMO

Expliques moi ce que tu as fait ici sur ton dessin

Au début, j'ai écrit ton prénom après j'ai fait les dessins, il y a du sang dans le cerveau, dans le nez, dans la bouche, et je voulais dire aussi derrière les yeux, dans la trachée, dans le cœur, dans les bras, dans les veines, car on vu avec la maitresse qu'il y en avait dans les veines

Est ce que tu avais déjà travaillé sur ce sujet ?

Oui, l'année dernière

Est-ce que tu te souvenais de certaines choses ?

Un petit peu

Alors, de quoi tu t'es souvenu ?

Je me suis souvenu que l'année dernière, on travaillait sur le visuel

Tu sais quel est le sujet ici ?

C'est la figure humaine

Mais là, cette année, ce travail c'est sur quoi ?

Sur le sang

C'est sur le sang. Est-ce que tu avais déjà travaillé sur le sang ?

Non

Non, tu n'avais pas travaillé sur ce sujet là. Qu'est ce que tu as dessiné ici ?

J'ai fais des traits où il y a du sang

Et là, qu'est ce que tu avais dessiné ?

Partie génitale

Parce qu'il y a du sang ?

Oui

C'est toi qui l'a dessiné ?

Non ce n'est pas moi, elle dit qu'il y a du sang

Et toi tu n'es pas sûr ?

Pour les filles

Ah oui pour les filles, d'accord, et tu n'es pas sûr qu'il y ait du sang ?

Je ne sais pas

Tu ne sais pas, ce n'est pas très grave. Ça, c'est le travail de ton groupe ? Expliques-moi ce que vous avez fait

Dans le document 1, il n'y avait rien parce que on ne savait pas de quoi il parlait, dans le document 2, ça parlait d'une main qui avait du sang et des veines jusqu'au bout des doigts et les veines étaient plus fines et plus nombreuses et la paume de la main, il y a moins de veines, dans le document 3, un doigt où il y a des veines, le trajet des veines

Tu les as vues sur le dessin, c'est ça ?

Oui

Est-ce que c'était difficile ce que l'on t'a demandé de faire ?

Oui, un petit peu, car je n'arrivais pas à comprendre ce qu'il fallait faire

Et là, maintenant, est ce que tu as compris ?

Pas du tout

Pas du tout, tu te souviens du dessin avec le doigt

Non

Non, et dedans, tu as vu qu'il y avait des vaisseaux sanguins ou pas

Parce que il y avait écrit je crois

Et aujourd'hui, qu'est ce que tu as fait aujourd'hui ?

On a écrit la leçon et la maitresse nous a donné un garçon où il y avait des flèches et on devait les écrire

C'est un garçon où on devait mettre des flèches ?

Non, on devait pas mettre les flèches, on devait colorier les trajets, ce qu'il y avait écrit dans la consigne

Et alors, qu'est ce que tu as fait ?

Moi, j'ai mis le bleu, j'ai colorié ça en rouge, j'ai colorié le gauche avec le gauche et le droit avec le droit

Si tu avais à le faire la avec moi, tu prendrais quelle couleur, de quel côté, comment tu ferais ?

Je prendrais la rouge

Montres-moi, le rouge

Ici, le rouge ici

Fais avec ton doigt le trajet du rouge

ça commence par la tête, ça descend, après ça fait comme ça , si tu vas avec le bleu, tu vas mélanger les couleurs

Tu penses que ça va se mélanger à un moment donné ?

Si tu fais le tour, et après si tu prends le bleu, ça va mélanger

Donc les deux couleurs vont se mélanger, ça veut dire que les deux sangs vont se mélanger aussi ?

Je pense parce que si tu as le sang qui va d'un côté et l'autre sang il va dans l'autre, ça va se mélanger, je pense que oui

Tu penses que oui, d'accord et tu l'a fini ton travail ?

Oui

Est ce que ce sujet sur lequel tu travailles, la circulation du sang, est ce que c'est un sujet important à ton avis ?

Non c'est un peu important parce qu'on peut savoir ce qu'il y a dans notre corps mais ce n'est pas important parce que l'on peut voir le docteur

Ce n'est pas un sujet qui t'as beaucoup intéressée ?

Non

Est-ce que tu sais ce que tu veux faire comme métier plus tard ?

Oui

Oui, alors, si tu as envie, tu peux me le dire

J'en ai plein je veux être maitresse danseuse, tennis et directrice et coiffeuse

Ça fait plein de choses, tu as un métier qui te plairait plus pour l'instant ?

Non

Est ce que tu aimes aller à l'école ?

Oui, parce qu'il y a la maitresse qui apprend bien des choses

Qu'est ce que tu aimes bien apprendre à l'école ?

Tout sauf la science

Tout sauf la science, c'est quoi la science ?

La science, c'est quand on parle des choses sur le vivant

Et expliques moi pourquoi tu n'aimes pas ?

Parce que je n'aime pas savoir ce qu'il y a dans les corps, j'ai pas envie de savoir qu'est ce qu'il y a

Tu n'as pas envie de savoir ce qu'il y a dans le corps ?

Non, sinon, j'ai envie de vomir

Tu n'aimes pas vraiment ce que tu as fait, qu'est ce que tu préfères à l'école ?

Les mathématiques, le français et l'histoire, un petit peu parce que j'ai un livre d'histoire dans mon casier, la piscine, le sport, le rugby, non, j'aime pas le rugby, j'aime plein de choses mais j'ai oublié

Tu as déjà eu des prises de sang ?

Oui, et j'en ai d'autre

Ça ne t'intéresse pas de savoir le sang parce que tu n'aimes ce qu'il y a à l'intérieur du corps, parce que ça te fais vomir, c'est ça, j'ai résumé, d'accord. C'est quoi faire des sciences pour toi ?

Des sciences, c'est apprendre des choses, découvrir des choses

Est-ce que tu regardes des films ou des livres scientifiques ?

Oui

Dis moi lesquels ?

Les volcans, ma mère me demande si on a des leçons à faire, il faut les faire c'est tout

Tu as des sœurs et des frères ?

J'ai pas de sœur, mais j'ai trois frères.

Tu as trois frères, c'est des sujets dont vous discutez ou avec ta maman ?

Avec maman, oui, mais pas avec mes frères

Avec ta maman, tu en as parlé de ce sujet de la circulation du sang ?

Elle a dit c'est bien pour apprendre ce qu'il y a dans ton corps, c'est comme la maitresse, et moi je fais non

Et toi, tu n'aimes pas. Qu'est-ce qui te gênes ? Pourquoi tu n'aimes pas que l'on parle de ça ?

J'ai pas envie, ça nous arrivera un jour, parce que si on est mort, le sang il va pas couler, moi j'ai peur, si on parle de ça, je vomis je ne dors pas la nuit, j'ai peur

Tu as peur d'accord. Est-ce que tu te souviens d'avoir fait d'autres choses en sciences ?

Oui, on avait fait un jeu et on devait chercher qu'est ce qui peut bouger, qu'est ce qui vit, qu'est ce qui grandit avec la maitresse

On peut revenir deux minutes sur ça, tu étais dans ce groupe-là tu te souviens ? Qui est-ce qui a écrit et travaillé, comment vous avez fait ?

En fait, au début, c'est moi qui devait écrire et après elle a pris les crayons et elle a écrit

Et alors ?

Et moi, j'ai pleuré parce que normalement, c'était moi qui devait écrire, et à chaque fois, c'est elle qui écrit

Tu peux m'expliquer le travail que tu as fais ?

En fait, on avait les trois fiches, on comptait pas ERIN, parce qu'elle dessinait, on a regardé les trois fiches, on a éliminé ERIN, parce qu'elle dessinait où il ne fallait pas dessiner, on a écrit qu'est ce qu'on avait bien et qu'est ce qu'on avait pas

Eh bien je te remercie beaucoup MIMO, tu vas pouvoir aller en récréation.

4. LOUE

Est-ce que tu pourrais m'expliquer me dire ce que tu as appris depuis que l'on est venu dans la classe ?

On a travaillé sur le cœur, comment fonctionne le cœur et on a travaillé et on nous a posé une des questions, est-ce qu'il y avait du sang dans le cœur ou pas, elle m'a posé la question, j'ai dit oui parce que dans le cœur, il y a des veines et dans les veines, il y a du sang, on a du sang partout

D'accord, ce que tu as appris, c'est travailler sur le cœur et qu'il y avait du sang dans les veines, et est-ce que tu aurais appris autre chose que tu ne savais pas ?

Je ne savais pas qu'il y avait un cœur droit et un cœur gauche dans le cœur gauche que c'est le bon sang, parce que c'est en rouge et dans le cœur droit que le sang est sale et pas bon et je ne savais pas qu'il y avait 4 trous

Trous ? C'est ça ?

Oui, en premier, elle avait mis des pailles dans chaque trou et après dans le trou droit et gauche, après personne n'avait répondu, après j'ai dit pourquoi il y a 4 trous, et j'ai dit peut-être si on enfonçait la veine, peut-être elle va sortir par là-bas après elle a dit

oui, elle a sorti la bleue, on voyait les deux pailles bleues comme ça et aussi les deux pailles rouges, elle nous a dit le sang il rentre par là et où il sort

Donc, tu as appris qu'il y avait des trous dans le cœur que le sang y entait et qu'il repartait par d'autres trous. Comment tu as fait pour apprendre ça?

Elle nous a montré le poumon, c'est entre l'œsophage et le cœur du mouton, ben avec la maitresse, avec le cœur Ah oui le cœur comment il battait au repos au repos, et quand on allait faire du sport et après le sport

Est-ce que tu te souviens encore d'autres choses que tu as faites pour apprendre ce que tu as appris ?

Avec le cœur pour voir le sang, tous les soirs, comme je n'avais rien à faire, je révisais mes leçons

C'était difficile ce que tu as fait

Non... au début, c'était difficile parce que je connaissais rien

Pourquoi, c'était difficile au début ?

Parce que ça fait que deux ans que je suis ici et je savais pas parler français au début

Tu peux m'expliquer ce que tu avais dessiné ?

Il y a le cœur gauche et le cœur droit et là, c'est le sang, ça rentre par là et ça ressort par là pour aller aux poumons ça sort par là et il y a des veines ici partout et après ça sortait par là, les veines, elles sortaient par là et ça s'appelle, les artères pulmonaires parce que ça rentre et il y a du sang et il y a plus de gaz argonique comme ça rentre ça s'appelle veine polmonaire et quand ça sort c'est artère pulmonaire, et comme ça sort, y a plus de sang et moins de gaz euh

Carbonique, c'est ça

Oui

Ok d'accord, est-ce que c'est un sujet important la circulation du sang pour toi ou pas, est-ce que tu trouves que c'est intéressant

Oui si on n'avait pas le sang ici, il n'y aura pas de veine, et je pourrais pas le bouger c'est grâce au sang qu'on arrive à circuler à bouger et à nous déplacer

Est ce que c'est un sujet qui t'a intéressé ?

Oui

Est-ce que tu sais ce que tu feras plus tard comme métier ? Est-ce que tu as une idée, tu veux m'en parler

Médecin

Tu veux être médecin, alors est-ce que ce sujet-là c'est un sujet important du coup pour toi, la circulation du sang ?

Oui

Est-ce que tu penses que c'est quelque chose qui va te servir, qui sera utile ?

Oui

Est-ce que tu aimes aller à l'école ou pas ?

Oui parce qu'on apprend des choses qu'on connaît pas on est beaucoup plus intelligent et c'est grâce à l'école qu'on a des métiers et qu'on travaille grâce à notre intelligence

Est-ce que tu as des frères et des sœurs ?

Oui

Est-ce que tu en avais déjà discuté de ce sujet avec eux ?

Si, quand on regardait mes leçons avec ma tata aussi elle m'a dit c'est bien continues comme ça, révise tes leçons

Est-ce que tu lis ou tu regardes des magazines scientifiques ?

Oui des BD et aussi ça parle des infos, ça parle du corps, comment ça s'appelle, les bras les infos sur la 15, BFM-TV

Tu regardes ça et ça parle du corps ?

Oui, les accidents, tout ce qu'ils ont de grave

Est-ce que tu sais ce que c'est que les sciences ?

Ça parle de comment fonctionnent les animaux, tous les corps des animaux ou des êtres humains, des hommes

Est-ce que tu aimes les sciences ?

Oui, ça parle des fleurs, des arbres

C'est quoi ta matière préférée à l'école ?

La science et les maths

Qu'est-ce que tu fais quand tu fais des sciences en général ? C'est quoi faire des sciences ?

Dessiner

5. CHAM

Est-ce que tu pourrais m'expliquer ce que tu as appris, tu sais, depuis que l'on vient dans ta classe, est-ce que tu pourrais me dire ce que tu as appris ? Ça parlait de quoi les séances ?

De la circulation

Est-ce qu'il y a des choses que tu sais maintenant et que tu ne savais pas avant ? Tu peux me dire ?

C'est qu'on avait un cœur droit et un cœur gauche

Et qu'est-ce que tu as appris d'autre que tu ne savais pas au début et que maintenant tu sais ?

Euh

Tu savais déjà tout sur le sang ? Tout ce qu'elle a dit la maitresse, tu le savais ?

Oui

Tu te souviens de ça ? Hein, à la première séance, qu'est-ce que tu avais marqué ?

J'avais fait du sang puisque c'est le sang qui circule

Et là, qu'est-ce que tu as dessiné ?

Pour les filles

Pour les filles, c'est ça que tu as dessiné pour les règles, c'est ça, tu avais dessiné ça aussi. Si maintenant tu avais à dessiner comment circule le sang dans le corps, comment tu ferais ?

C'est comme ça, ça circule partout

Est-ce que tu pourrais me dire entre quoi et quoi ça circule, est-ce que tu as appris des choses, est-ce que tu as appris par exemple comment ça circulait entre le cœur les poumons, les organes, comment, dans quel sens, est-ce que tu saurais me le dire ?

(Silence)

Par exemple, entre le cœur et les organes, ou entre le cœur et les poumons, tu ne saurais pas me le préciser ?

Ça circule partout dans le corps et le sang quand il sort dans le cœur, ça s'appelle les artères et quand ça entre ça s'appelle les veines caves

D'accord, ça tu le savais avant ?

Non

Tu as appris qu'il y avait des artères et qu'il y avait

Des veines

Qu'est-ce que tu as fait pour apprendre tout ça, est-ce que tu te souviens comment tu as appris tout ça ?

En faisant des leçons

Oui, et dans ces leçons qu'est-ce que tu as fait, qu'est-ce qu'elle t'a demandé de faire la maitresse ?

D'écrire ce qui est le plus important

Alors, est-ce que c'était difficile ce qu'elle t'a demandé de faire la maitresse ?

Non

Tu as regardé un cœur hier ? Qu'est-ce que tu en as retenu ?

Qu'il y avait des trous

Est-ce que tu savais avant qu'il y avait des capillaires, des artères ?

Je savais qu'il y avait des artères mais pas des capillaires

Est-ce que c'est un sujet que tu trouves intéressant le sang et la circulation du sang ?

Oui pour savoir comment le sang il circule pour savoir où sont les poumons et que l'on a des artères

Est-ce que tu penses que c'est quelque chose qui te servira plus tard pour toi ?

Oui

Est-ce que tu sais par exemple le métier que tu veux faire plus tard ?

Non

Est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui pour apprendre des choses, comme ça quand on sera au lycée, on va connaître des choses et pour apprendre les maths, la science

Est-ce qu'il y a des choses que tu aimes plus à l'école que d'autres ?

Les fractions

Est-ce que c'est quelque chose que tu aimes les sciences ?

Pas beaucoup

Est-ce que tu as des frères et des sœurs ?

Oui

Oui, est-ce que c'est un sujet la circulation du sang dont tu as parlé avec eux ?

Oui avec mes sœurs

Et qu'est-ce que vous en avez dit ?

Que je ne savais pas qu'il y avait les capillaires et tout et après elle m'a expliqué

D'accord, est-ce que tu as chez toi à la maison ou ici à l'école est-ce que tu lis des livres scientifiques, des magazines scientifiques ou des films ?

Chez moi sur l'ordinateur je regarde la leçon qu'on a fait je tape « circulation » et je vois des choses

Je te remercie beaucoup d'avoir répondu à mes questions, je vais te laisser aller en récréation.

6. FABI

Tu peux m'expliquer ce que tu avais fait à ce premier dessin ?

Les choses orange, c'est le sang et dans le corps en bleu, c'est les veines et dans la tête, c'est le cerveau

Tu as fais le sang à côté des veines ?

Oui

D'accord, c'est ça oui, alors, est-ce que si maintenant tu avais à refaire ce dessin, tu ferais la même chose ou tu le ferais différemment ?

Je ne sais pas

Est-ce que tu saurais me dire ce que tu as appris ?

On a deux cœurs, il y a l'oxygène et un autre où il y a le ...

Le gaz carbonique, le dioxyde de carbone c'est ça ?

Oui l'oxygène, c'est le droit et où il y a le dioxyde c'est le gauche

Là où il y a le dioxyde c'est le rouge ?

Oui

Ça, c'est un travail que vous aviez fait, je ne sais pas si tu te souviens, il y avait des documents, des radiographies, tu te souviens de ça. Est-ce que avec ces documents-là, tu as appris des choses que tu ne savais pas avant ?

Oui, que des fois il y avait les veines qui sont en plus grandes ou moyennes, ils ont différentes tailles

Est-ce que tu te souviens dans la classe de ce que tu as fait, passer un moment, vous aviez à remplir un petit tableau, et qu'est ce que vous aviez fait, vous preniez des mesures ?

Oui, on comptait combien le cœur faisait de coups, de battements

Et hier, qu'est ce que tu as fait ?

On avait disséqué un cœur on avait mis deux pailles

Est-ce que c'est un sujet que tu trouves important ?

Oui, parce que par exemple si on a mal, on peut savoir où on a mal

Est-ce que tu sais le métier que tu veux faire plus tard ?

Non pas encore

Est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui pour apprendre plusieurs choses les sciences, les maths, plusieurs matières

Il y en a que tu préfères ? Dis moi

Il y a les maths, l'EPS, la grammaire

Est-ce que tu lis des magazines scientifiques ?

Je lis ce qu'il y a dans le corps et des fois quand je vais dans mon ordinateur, je regarde ce qu'il se passe dans le corps

Est-ce que c'est un sujet dont tu avais déjà parlé avec tes sœurs ou tes parents ?

Des fois ma mère, elle me dit qu'est-ce que j'ai fait, des fois, je lui dis on fait des sciences et je lui explique tout comme hier, je lui ai expliqué que on a disséqué un cœur et c'est tout

Est-ce que tu pourrais m'expliquer, me dessiner si tu as envie de dessiner, est-ce que tu pourrais m'expliquer ou me dessiner, comment le sang circule dans le corps entre, par exemple, le cœur et les poumons ou le cœur et les organes, est ce que tu saurais m'expliquer, le dessiner

Je ne sais pas

Et tu ne saurais pas le refaire ?

Non je ne sais pas parce que des fois c'est dur à apprendre les vaisseaux quand y rentraient dans le cœur

Est-ce que tu aimes les sciences ?

Oui parfois

Qu'est-ce que tu préfères dans les sciences ?

Le corps

Je te remercie.

PARTIE N° 3 . LA CLASSE N°3

CHAPITRE 1. LES ENTRETIENS AVEC LE PROFESSEUR P3

1. ENTRETIEN ANTE PROTOCOLE

Qu'est-ce que tu connais toi personnellement de la circulation du sang ? Comment l'as-tu appris ? As-tu des souvenirs précis de cet apprentissage ?

Alors école élémentaire, non, pas de souvenir précis ; oui alors dans les raisons pour lesquelles j'ai accepté de participer à la recherche, c'est que je suis assez passionnée par la biologie, alors après au lycée, je suis tombée dedans, c'était en première, avec Monsieur Lizeaud, forcément ça aide, là je crois que ça été le déclencheur quand même, je me suis dit que c'était ça que je voulais faire. Alors est-ce qu'on étudié la circulation du sang pff, on a étudié tout ce qui était cellulaire, on a du commencer la génétique, mais circulation du sang je saurais pas dire et puis après en fac ça a été une passion donc en fait j'ai des souvenirs de fac qui ont nécessité un petit recyclage pour remettre les choses au clair. Ma formation maintenant est plus du domaine de la pédagogie que du contenu parce que je suis à même de répondre aux questions qui sortent largement du programme mais pour l'intérêt c'est de faire passer les contenus aux enfants de la manière la plus efficace possible.

Alors globalement, mon schéma de séquence jusqu'à présent c'était l'expression des représentations...

On reviendra sur cet aspect après si tu veux bien, mais revenons sur tes souvenirs

Oui, j'ai pas de souvenir marquant au collège et c'est intéressant ta question parce que je me sers moi aussi des trucs marquants dans mon enfance pour enseigner, par exemple je me souviens qu'on avait élevé un poussin, ça c'est gravé à tout jamais, le découpage de l'œil de bœuf en troisième, la dissection du poumon d'araignée aussi en fac pas mal et ça ce sont des choses qui sont très concrètes, on a fait la génétique en première et ça ça été déterminant dans mes études, c'est sûr. Bon, sur la circulation du sang, j'ai du le faire au collège, mais bon, j'ai des vagues souvenirs partie bleue, partie rouge, mais j'ai pas de souvenir d'avoir fait de dissection par exemple, Ah ! si on s'était piqué le doigt avec ma prof de troisième pour les groupes sanguins, je l'ai d'ailleurs fait une année ici avec mes élèves avant de m'apercevoir qu'on n'avait pas le droit, *rires*, c'était mon sang hein ! Non, école primaire j'en garde mais vraiment aucun souvenir

Tu as de l'intérêt pour ce sujet ?

Oui, bien sûr pour la biologie en général. Je trouve que c'est tellement important de se connaître, de connaître l'intérieur comment ça fonctionne ; je trouve maintenant que j'enseigne qu'il y a une méconnaissance totale de l'intérieur, un vide culturel hallucinant. Par exemple, quand une femme devient maman, c'est pas normal de pas savoir ce qui se passe à l'intérieur de soi. C'est certainement pour ça que j'ai fait des études de biolo, c'est pour me connaître de l'intérieur.

Quels sont les contenus liés à la circulation du sang qui te semblent extrêmement importants ?pour toi personnellement ?

Alors je vais te donner des exemples, par exemple une alimentation qui vise à ne pas boucher les artères, le SIDA ou la prévention des MST oui véhiculées par le sang et

y'a le système immunitaire qui est lié et auquel je suis assez sensibilisée, oui, ce sont des versants « pratiques de la santé », par exemple, ça me semble important de dire aux gamins, et il se trouve que j'ai des enfants aussi, par exemple, on mange pas des je dis n'importe quoi, des raviolis à tous les repas parce que ça fait ÇA dans l'organisme. Voilà, il faut comprendre, donner une explication aux choses. Et c'est vrai que j'ai toujours relié à la circulation sanguine, soit les MST, soit l'alimentation de façon à donner un sens à cette étude.

C'est dans la finalité à travers l'utilité que tu l'enseignes ?

Ben si je l'enseignerais parce que c'est au programme mais il y aurait un intérêt moindre, mais on peut l'enseigner et tâcher de trouver une utilité.

C'est quoi pour toi un savoir scientifique ? Quel statut tu lui donnes ? D'où ça vient un savoir scientifique ?

Le mot qui me vient en premier c'est la curiosité parce que on peut pas apprendre si on n'est pas curieux. C'est une découverte de son intérieur alors c'est vrai que moi ça me passionne d'office c'est pas le cas de forcément tout le monde mais après on peut trouver des moyens de passionner quand j'amène le système cœur-poumons j'ai pas beaucoup de bruit dans la classe et ça parle pas d'autre chose que ce qu'il y a devant nous

C'est un moyen de voir l'intérieur

Oui et c'est une façon de susciter l'intérêt de manière franche et directe. La curiosité, ça fait partie au plan de l'enseignement de l'éveil à avoir envie d'apprendre, oui susciter l'envie des enfants peut être parce que je fonctionne comme ça aussi mais euh je pense que les scientifiques ils ont toujours eu envie, y'a une passion, une envie d'aller plus loin d'aller chercher ce qui se cache après d'en savoir un petit peu plus c'est aussi comme ça que la science a avancé, il me semble, enfin les découvertes ne tombent pas toute crues en sciences, il faut aller les chercher.

Comment mets-tu en place des séances de sciences ? Est-ce que tu pars des questions des élèves ? Comment construis-tu tes séances d'une manière générale ? Qu'est-ce qui est important pour toi dans l'enseignement des sciences ?

Alors j'ai pas de schéma systématique, j'ai souvent des doubles niveaux les enfants ont souvent le même enseignement il faut donc leur présenter les choses de manières différentes et sachant que les connaissances se perdent, la ré-acquisition des connaissances et la révision des connaissances pour moi n'est pas un problème alors j'essaie de diversifier les entrées. Alors quand le sujet est nouveau pour les élèves il est fréquent que je cherche à savoir les connaissances qu'ils ont sur le sujet : ça peut être un schéma, une foire aux questions on cherche les connaissances qu'on a qu'on pense avoir ou qu'on se pose sur un sujet. Je peux très bien mettre un titre au tableau et dire voilà je vous écoute et ça me permet après de faire ma progression au sein de la séquence et en fin de séquence on regarde si on a répondu à toutes les questions et ça ne m'interdit pas de répondre rapidement à certaines questions qui peuvent être hors programme ou en marge du programme. Je ne m'interdis pas d'aller au-delà du programme qui d'ailleurs dans certains domaines est très très flou. Bon, voilà en général ou en maths je pars d'une situation problème et là pour la circulation sanguine, je n'excluais pas de mettre un système cœur-poumons sur la table. Bon, pour le contenu, je vais pas adapter mais la démarche oui, tu vois le sang circulera toujours de la même manière et le cœur est toujours fait de la même manière donc c'est un savoir qu'on va étudier et je sais qu'on va l'étudier et c'est certain qu'on va l'étudier ça ça fait partie du noyau de la séquence après la manière dont on va l'étudier

y'a plusieurs entrées possibles. L'année dernière j'avais une classe hyper performante et je suis allée beaucoup plus loin avec certains d'entre eux quitte à en laisser deux ou trois décrochés parce qu'ils se foutent royalement du sujet.

Tu utilises des procédures particulières en sciences du vivant ? Un matériel en particulier ? Des manipulations ?

Alors il y a une chose qui est proscrite c'est la leçon toute faite alors j'essaie de faire que les élèves aient touchés à un certain nombre de manières, comment dire, aient fait un certain nombre d'expériences mais d'expériences au sens large c'est-à-dire qu'ils aient travaillés sur des documents scientifiques, sur des documents de vulgarisation, qu'il y ait une observation du vivant ça me paraît intéressant, le TBI ça peut être intéressant aussi, tu vois j'essaie de leur faire expérimenter un maximum de choses d'abord parce que c'est au programme et les enfants n'apprennent pas tous pareils parce que certains vont préférer un document écrit à analyser, d'autres vont préférer la manipulation, d'autres sur le terrain et c'est un moyen aussi de raccrocher tous les enfants à un moment ou à un autre et ça fait quand même partie de euh, le mot démarche scientifique me fait un petit peur parce que je pense qu'on peut y mettre beaucoup de choses, de l'esprit scientifique plutôt.

Est-ce que la circulation du sang est un sujet qui peut faire difficulté aux élèves et si oui pour quelles raisons ?

Oui, y'a des difficultés, c'est déjà relativement complexe, y'a du vocabulaire à acquérir ce qui peut poser problème à certains enfants, il peut aussi se poser le problème de la représentation

Alors qu'est-ce qui est complexe ?

Euh le cœur, euh des notions, s'ils les avaient pas auparavant, telles que la circulation s'ils imaginaient que c'était fixe, telle que la notion de circuit fermé, alors ça touche à la représentation puisque quand je leur dit qu'il y a je ne sais combien de kilomètres de vaisseaux sanguins dans le corps c'est pour les aider à essayer d'imaginer que c'est énorme mais de là à visualiser l'intérieur de son corps où passent les vaisseaux sanguins comment ça fonctionne exactement vu leurs tailles à quel endroit etc, c'est une mission quasiment impossible c'est très très difficile de se représenter ça et c'est pour ça que j'essaie de varier les entrées et ça leur permet de se faire une idée, une représentation, par exemple pour un enfant un tableau avec des chiffres sera suffisant et un autre devra observer le cœur avec la taille des vaisseaux qui sortent du cœur ça peut l'aider peut être qu'il imaginait pas ça. La notion de circuit fermé quand on se coupe un doigt c'est difficile à imaginer qu'on a coupé un vaisseau sanguin on peut imaginer que le sang est en liberté, le fait d'apprendre que le sang est canalisé, certains élèves peuvent avoir du mal à se le représenter, le fait que le sang passe partout dans le corps, le fait qu'il passe à l'intérieur des muscles, des organes etc. Après plus on va loin dans la connaissance du phénomène, plus on fait de lien avec les autres fonctions, plus c'est complexe, j'ai fait rapidement la digestion et la respiration avant parce que ça me semblait être des préalables indispensables mais faire le lien c'est pas évident, la petite circulation la grande circulation la notion d'artère qui peut être soit avec du sang rouge soit avec du sang bleu, y'a des enfants qui vont être très à l'aise et d'autres qui vont coincer sur des notions qui nécessitent une certaine maturité, c'est bien pour ça qu'on le fait au cycle 3 d'ailleurs. Y'a aussi artère/veine, le mot des veines et des artères qui sortent et qui rentrent dans le cœur, ça va être principalement ça je pense. Ensuite, y'a à faire le lien entre ce qu'ils imaginaient, leurs représentations initiales et l'apprentissage et ensuite entre ce nouvel apprentissage et

la nouvelle représentation qu'ils s'en font ; par exemple s'ils imaginaient que le sang est en totale liberté dans le corps on leur explique que beh non c'est canalisé, il faut qu'ils modifient leur représentation de départ et qu'ils arrivent à s'en construire une, j'y reviens mais se construire la notion de circuit fermé ramifié dans le corps, ça doit pas être évident pour tous les enfants et même en leur montrant un écorché ça reste une représentation, si ! J'ai trouvé une radiographie de la main mais on aura jamais la totalité du corps montré en vrai avec tous les vaisseaux sanguins, non, c'est pas possible.

Comment comptes-tu enseigner ce sujet de la circulation du sang compte tenu des difficultés que tu viens de lister ?

Je vais tâcher de varier au maximum les, pas les outils, mais les types de représentation, d'outils, je prends des exemples, le document écrit, le schéma, le film schématisé, la radiographie de la main, le vivant, je vais varier les types de support, voilà et ensuite mais tout mon enseignement est basé là dessus, c'est comme si c'est une mayonnaise qui prenait, on prends un bout mais on lâche pas le premier bout parce qu'on passe au deuxième, tout est lié, quand on va étudier le cœur on va être obligé de parler du reste de la circulation ou de la respiration, voilà de faire des liens mais c'est quelque chose de je pratique aussi en maths, on explique et tant qu'on n'a pas compris on explique en trouvant des chemins différents pour tous les enfants.

Alors là pour cette séquence, je pense partir d'un questionnement, je refais le lien avec la respiration pour qu'il n'y ait pas de décrochement dans la tête des enfants, tu vois je vais leur demander un lien entre le cœur et la respiration (*P3 fait référence à sa fiche de préparation*) la réponse attendue est l'activité physique, voilà alors qu'est-ce qui se passe et qu'est-ce qu'on fait pour le démonter ou pour le mettre en exergue ; mon objectif étant qu'on décide d'une prise de mesures et là je fais appel à leur compétence mathématiques, ils vont réaliser un tableau, le chercher, le construire, et ensuite on fera des mesures par contre en préalable, il sera nécessaire de se mettre d'accord sur ce que c'est que prendre une mesure, qu'on va les prendre la respiration, les battements du cœur on va apprendre à prendre le pouls, alors je sais pas encore si on apprend à prendre le pouls avant ou après la fabrication du tableau. On prendra des mesures au repos, après un effort modéré et un effort important et après on exécutera les mesures à la séance suivante et ensuite je leur demanderais à partir de ces mesures, je vais différencier CM1 et CM2 ; les CM1 vont transformer les chiffres du tableau en graphique et en géographie on fait les climatogrammes et aux CM2 je vais leur demander un écrit à partir de leur vécu et des mesures. En troisième séance ça sera comment le sang apporte l'oxygène aux muscles. Et ensuite on entrera dans l'étude de la circulation sanguine proprement dite : notion de circuit fermé, la notion de circulation ensuite on refera le lien avec la respiration la petite et la grande circulation et ensuite l'anatomie du cœur puisqu'il faudra bien voir ce qui fait tourner tout ça après est-ce qu'on ira jusqu'au contenu du sang, les cellules, etc je sais pas si on aura le temps de la faire ou pas mais on l'aura aborder puisqu'on va bien voir que ce sont les hématies qui transportent l'oxygène dans le sang mais pas sûr que ce sera aborder tu vois sur les 6 séances. Au final, la première séance est bi disciplinaire sciences-maths et la seconde sciences-EPS, on peut dire ça aussi.

Peux-tu me dire ce qu'est pour toi une démarche d'investigation ?

Ouf, non ! *rires, rires*, c'est un peu le principe de mener une enquête, la pêche aux connaissances, j'ai bien répondu docteur ? *rires* ce sont des gros mots, ça, démarche d'investigation, c'est faire son chemin à la recherche de l'information qu'on cherche et à titre d'enseignante je veux bien ne pas faire le chemin toute seule, j'attends des

élèves qu'ils fassent aussi une partie du chemin et ça marche très très bien et je le pratique assidument c'est une démarche que je pratique en maths j'ai du mal en grammaire, *rires*, ça marche, en principalement, en domaine scientifique mais aussi en arts visuels en EPS pourquoi pas. En fait les portes sont ouvertes, tu vois j'ai pas bouclé la séance 3, j'attends de voir, j'ai les contenus mais l'enveloppe, l'emballage n'est pas fait j'attends de voir comment ça se passe, peut-être que les questions vont fuser dès la première séance, peut être que leur trace écrite sera très pauvre ou au contraire ils iront très loin par rapport à ce qu'on a déjà fait avec la digestion et la respiration et j'adapte ensuite.

Comment penses-tu que les élèves apprennent ? Construisent leurs savoirs ?

Ils ne les construisent pas tous de la même manière. Pour moi, le développement de l'imaginaire participe de l'efficacité de l'apprentissage en sciences, alors je dis pas qu'il faut imaginer n'importe quoi mais ça permet de se faire des représentations mentales et quand un enfant n'est pas capable de sa faire des représentations mentales il a beaucoup de difficulté en maths et en sciences. Il ne suffit pas d'apprendre une leçon il faut la mettre en pratique et ça se passe pendant avant avec l'apprentissage et les enfants qui ont des difficultés en maths ont des difficultés en sciences et ont peu d'imaginaire, sur l'expérience que j'ai hein.

Ensuite ça passe par l'acquisition de vocabulaire, parler de machin et de truc ça a ses limites très rapidement.

Alors certains vont aussi chercher des informations chez eux sur des bouquins ou sur internet pour ceux qui ont la chance d'avoir ça à disposition et qui ont de la curiosité ; ils vont éventuellement ramener les informations à l'école et on va les partager entre eux. Il y a une pauvreté culturelle dans ma classe cette année alors les échanges entre eux j'y crois pas trop.

Alors ils apprennent aussi avec moi, j'espère. Si j'ai pas la réponse, ils peuvent chercher chez eux sur internet et rapporter la réponse en classe, j'ai pas réponse à tout, bien sûr.

Il y a des passages obligés comme les écrits qui peuvent les aider aussi mais il y a des élèves, il suffit qu'ils écoutent une seule fois et ils comprennent de quoi il s'agit. D'autres ne vont réagir qu'au moment de la manipulation et ça va se cristalliser à ce moment-là. D'autres ne vont pas apprendre le vocabulaire même si je rabâche ils vont pas apprendre, donc tu vois, je multiplie les entrées possibles, je répète le vocabulaire en situation et même pour ceux qui sont en difficulté il y a des choses qui restent. Donc le noyau de connaissances sur la circulation sanguine il passera je sais pas encore comment mais il passera

Qu'est-ce que tu as compris de ce qui est inscrit dans les programmes ? Est-ce que ça te renseigne sur la façon d'aborder la circulation du sang ?

Sur la façon d'aborder la circulation du sang, non. Alors quand je vois dans les programmes, première approche des grandes fonctions de nutrition, comme c'est un domaine que je maîtrise plutôt bien, je me dis allons-y quoi ! Donc je vais chercher dans ma démarche à moi comment je vais faire parce que mes connaissances se sont des connaissances universitaires pas scolaires donc comment je les mets en forme alors j'amasse des sommes d'informations et je refabrique le puzzle avec tout ça et voilà une leçon toute faite ça me correspond pas parce que j'ai pas appris ça à l'IUFM, et puis je sais que ça n'est pas efficace. Pour les grandes fonctions je fais trois grandes

séquences, digestion, respiration, circulation je garde l'ordre parce que c'est logique ; y'en a cinq élèves qui ont fait la circulation l'an dernier on verra ce qu'il en reste.

Est-ce que tu as des influences des inspections, des grands courants qui auraient traversé ton parcours professionnel ?

Inspection, non, j'ai pas été inspectée très souvent, la dernière était en histoire géo, tu vois. Visite pédagogique, non plus et conférence ou animation pédagogique sur ce sujet non, pas de souvenir. Je ne fréquente pas le point sciences par manque de temps principalement, j'y arrive pas, vraiment. Je travaille avec les cahiers roses, les documents d'accompagnement des programmes, sur les anciens programmes aussi qui étaient plus précis. Voilà, mais globalement, les connaissances scientifiques je les ai, ça nécessite une petite réactualisation bien sûr, mais c'est surtout la manière, le risque c'est que je fasse mal passer les choses, voilà, les connaissances je les ai mais il faut les adapter aux élèves donc j'étais assez vigilante à ça, à ne pas trop en faire non plus, et puis faire passer de la manière la plus simple possible au plan pédagogique, la plus lisible qui soit, après les recherches documentaires c'est tous azimuts, je glane où je peux. C'est sûr je me fais plaisir avec eux. Le plaisir date de Monsieur Lizeaux, c'est intact, cette passion.

Tu peux me parler d'élèves en particulier ?

Alors en CM1, Matt est hyper performant, Etan est bagarreur et surdoué mais il retient tout. Tu verras Lena, elle parle beaucoup c'est le moteur de la classe. Haon est très violent et très pertinent aussi. Tu verras Pati qui est une fille de collègue. Nico, pour moi il est ambigu, il fait le débile et en fait il est très intelligent. Lola est fille de collègue très pertinente aussi. Maud est fille de chirurgien, très intéressante, Vali est fainéant. On verra comment ils réagissent en situation tous ceux-là.

2. ENTRETIEN POST S1 ET ANTE S2

Par rapport à ce que tu avais préparé, est ce que tu as procédé à des changements, des modifications ou ça s'est déroulé comme tu le voulais ?

Ça s'est déroulé grossièrement comme je le voulais, la seule différence c'est que, prise dans le feu du stress, j'ai fait des groupes de 6 au lieu de 4. N'importe quoi, oui j'aurais préféré faire des groupes de 4, parce que j'aurais eu 6 tableaux et je multipliais les chances d'avoir le maximum de choses qui m'intéresse. Mais il se trouve que même par groupe de 6 ils m'ont produit exactement...c'était rêvé, y'avait 4 situations différentes, 4 tableaux, dont 3 pertinents, et 1 pas pertinent justement donc c'était intéressant. Enfin pas pertinent, y'avait des failles, d'ailleurs, ça serait intéressant de les retravailler, parce que je voulais faire vite, il était 20, je voulais faire vite de manière à avoir le temps d'analyser les tableaux intéressants, et faire un choix, et donc du coup, on n'a pas suffisamment insisté, mais c'est plus de l'ordre de la lecture de tableaux, donc on est plus dans le domaine des maths, parce que je ne suis pas sûre que tout le monde dans le groupe ait compris que le tableau n'était pas utilisable. Donc peut-être à la limite, ce qui serait intéressant, ça serait de l'utiliser pour essayer de noter les mesures et qu'ils voient que ce n'est pas réalisable. Parce que je pense qu'il y en a 2 ou 3 dans le groupe qui n'ont pas percuté. Alors il y a la sensibilité, ben le fait qu'ils ne comprennent pas, le fait que leur tableau n'est pas utilisable, y'a pas eu suffisamment de recul par rapport à ce tableau-là je pense. Mais bon c'est une broutille. Et le tableau que moi j'avais fait, que j'avais en tête n'a pas du tout été repris mais à bien y réfléchir, moi j'avais pris un retour au repos à chaque fois, pfff c'était pas forcément indispensable. Tout comme il y a des failles moi aussi

parce que le rythme respiratoire avant l'effort et le rythme cardiaque avant l'effort au repos, c'est complètement idiot. Mon tableau est complètement absurde.

Parce que tu le répètes en fait.

Oui bien sûr

En fait, ils ont produit des choses très pertinentes

Oui, oui ils ont produit des choses tout à fait pertinentes. Donc mon tableau, que j'ai voulais faire le plus complet possible, en fait il est tellement complet qu'il y a la moitié des cases que l'on n'utiliserait pas. Voilà, on est allé jusqu'au bout donc ça déjà c'était bien. Et l'après midi ils ont fait le tableau donc je leur ai demandé de faire le tableau du groupe de Mega. Je voulais que les groupes les plus avancés fassent l'autre tableau.

C'est quoi les groupes les plus avancés ?

Pardon, oui, l'après midi, on a travaillé par binômes sur les ordinateurs. Je pensais que certains seraient très à l'aise et auraient fait le tableau comme ça, en 10 secondes et ensuite pouvaient faire le deuxième tableau, c'est à dire, celui avec tous les noms qui permettrait de regrouper et recenser et de faire les études de comparaison. Il se trouve que ça ne s'est pas du tout fait comme ça, ils ont tous plus ou moins ramé, donc j'ai du faire une intervention collective pour leur apprendre à faire un tableau etc., après ils l'ont rempli du coup sans problème mais tous en même temps, donc je n'ai pas eu de différences dans les rapidités de travail mais c'est pas grave. Moi j'ai des tableaux tout prêts avec ma liste d'élèves, donc je ferai 4 colonnes et puis tant pis, je le ferai. C'est pas bien grave.

Donc là pour l'instant, vendredi, ils ont fait leur tableau individuel, et toi tu leur fourniras le tableau de toute la classe s'ils ont en besoin.

Donc ils ont fait leur tableau individuel. On en a choisi un, parce que là c'est juste un problème technique, c'est parce qu'on n'a pas d'imprimante actuellement, donc je pouvais pas enregistrer autant qu'il y en avait sur la clef. Parce qu'à l'école, on n'a pas une clef par élève, c'est dommage mais voilà. Donc matériellement, je pouvais pas à la fois tout mettre sur clef et tout imprimer parce que, un, j'ai qu'une clef, la mienne et, deux, l'imprimante est actuellement hors service, donc j'ai opté pour qu'en en choisisse un tous ensemble donc j'en ai pris 4 qui me semblait montrables et donc à partir de là, ils ont en choisi un. Et quand je parle de Mega, je crois que c'est le sien. Non, je sais plus, c'est celui de Mega ou Sole, ou Leah, tu vois je ne me souviens plus enfin bref. Donc voilà, il est sur la clef et pour demain je vais le faire imprimer.

Ok, donc pas beaucoup de modifications, du coup on va parler de la séance 2. Donc là, c'est renseigner le tableau, prendre les données auprès des élèves...

Pardon, je pense qu'il va y avoir une petite chose en phase 1 à rajouter, ça sera le rappel de comment on fait les mesures...

Comment prendre les mesures ?

Oui concrètement, parce qu'on en a rapidement parlé, ça a été évoqué dans la première prep, parler de la durée des mesures et qu'est-ce que le pouls, voilà, mais on n'en a pas parlé plus que ça, et je pense que pour éviter les fausses mesures ou les hésitations ou les discussions pendant le temps qui devrait être le temps de mesure en fait,

Tu vas prendre un temps collectif pour régler cette affaire

Oui, d'autant plus que une fois qu'on est sur le plateau après c'est plus difficile de parler. Quand j'ai des choses à dire en collectif, je les dis plutôt en classe, en général.

Alors, là je reprends ma question : tu vas les faire renseigner individuellement leur tableau individuel ou est ce que tu vas avoir à disposition le grand tableau collectif sur lequel les élèves viendront porter leurs propres mesures. Quelle option as-tu choisi ?

Comme on a choisi ensemble, les élèves et moi, l'option de remplir un tableau individuel par élèves, ils descendront chacun avec leur tableau, et ensuite, en classe, on se réserve le droit d'utiliser le tableau collectif pour reporter toutes les mesures qu'il y aura eu sur les tableaux individuels et faire des comparaisons sachant que l'usage ne sera pas le même. On peut se contenter des tableaux individuels pour constater que le rythme cardiaque et respiratoire augmente avec l'effort, et plus l'effort est intense, plus, normalement, on devrait avoir des données importantes. Donc ça on peut le faire avec les tableaux individuels, ça nous suffit, et ensuite si on souhaite reporter sur le tableau général, c'est des comparaisons entre élèves, enfin globales sur une classe, sur un groupe que l'on va pouvoir faire.

Et après tu comptes en faire des moyennes, pas forcément, tu sais pas ?

Euh... et ben pourquoi pas après en math

Parce que ça c'était quelque chose qu'ils avaient évoqué, d'essayer de voir tous ensemble, pas forcément le terme de moyenne, mais travailler tous ensemble et pas forcément sur leurs mesures individuelles

Oui oui travailler sur le groupe classe. Donc ça veut dire qu'il faut absolument que nos mesures soient bonnes sinon on va avoir des résultats qui vont être faussés.

Alors qu'est ce que tu vas mettre en œuvre pour que les mesures soient bonnes ? Donc ce temps collectif ?

Oui, on pourrait faire au moins un essai au niveau du pouls, en classe. On a déjà parlé du fait que les mesures de la respiration risquaient d'être relativement modifiées par l'attention qu'ils vont y apporter. Quand on respire on n'y pense pas. Or dès lors qu'on y pense, on respire différemment, c'est comme quand on est sur l'escalier, on descend pas pareil quand on y pense et quand on y pense pas...

Tu auras un petit écart, forcément

Même en admettant que ce soit l'autre qui calcule votre respiration, ça sera pareil de toute façon il va y avoir une auto surveillance, donc là je vois mal comment on peut l'éviter. Par contre, quant à la technique de prise du pouls, ça dépend des enfants. Y'en a qui vont avoir beaucoup plus de sensations au niveau de la carotide, d'autres qui vont avoir plus de sensation au poignet. Il va falloir qu'on rappelle que c'est le lien entre ça et le rythme cardiaque, qu'on soit bien d'accord sur le fait que c'est la même chose où qu'on le prenne parce que c'est pas évident. Pourquoi est ce qu'on le prend là et pas au cœur.

Donc ça c'est ce que tu vas dire en collectif avant de partir

Oui. Alors ça ça sera induit, je vais pas faire un travail de recherche là-dessus pour vérifier que la carotide c'est bien la même chose qu'au poignet. J'aurai un texte éventuellement... non pas un texte, un tableau...mais ça risque de brouiller les pistes...donc c'est un tableau qui met en évidence que le sang circule, ça va être le même sang qui va passer par exemple à la carotide et au poignet à des intervalles réguliers, c'est-à-dire, avec un décalage mais qui sera toujours le même, donc c'est un tableau qui met en évidence la circulation mais pas forcément le fait que c'est toujours

la même chose. Je crains de brouiller les pistes si je donne ce tableau avant. Donc on va juste l'évoquer

Voilà, tu vas juste te contenter d'expliquer rapidement l'objectif de la mesure et comment techniquement la prendre.

Voilà. Par contre dans l'autre sens, on pourra peut être revenir sur cette expérience lorsque l'on travaillera sur la notion de circulation et de sens unique.

D'accord

Voilà, donc ensuite on ira faire des mesures, donc ça du coup ça devient faux ma préparation sur les prises de mesure puisque le tableau n'est pas le même que celui que j'avais prévu. Donc la première mesure se fera au repos, on fera la respiration et le pouls, ensuite un exercice modéré, ça sera je pense un tour de piste à vitesse moyenne. Ensuite on reprendra le pouls et la respiration, faudra faire vite hein pour que le pouls ne redescende pas trop.

Donc une au repos, une après un demi-tour de piste...

Faudra leur expliquer en classe qu'il faudra faire très vite, être efficace. Parce que si on fait un demi groupe qui prend la respiration et un demi groupe qui prend le pouls, ça va pas leur convenir...au niveau personnel je pense. Ensuite on fera une course relai je pense, qui va bien bien les stimuler. Quoique, ils ont le temps de se reposer avec un relai. Non on va juste faire une course de vitesse. L'objectif en plus c'est pas la course. (P3 note en même temps ces remarques et réflexions sur sa fiche de préparation)

Donc on va faire une course toute bête, un aller-retour...voilà, on mettra trois plots d'un côté, trois plots de l'autre et puis ils feront l'aller-retour à vitesse maximum, de manière à ce qu'ils le fassent tous en même temps, et soient crevés tous en même temps. Donc là, y'a pas le retour au repos finalement (le note sur un papier). Par contre, ce fameux retour au repos, après, il est pas utile... si ? (hésitation de P3)

Dans leurs recherches de la semaine dernière, y'avait après un effort modéré, après un effort intense et au repos, y'avait pas le retour au repos.

En même temps, est-ce qu'il est essentiel le retour au repos, pas forcément, puisque l'on veut calculer le lien entre la respiration et la circulation du sang, donc le retour au repos ça serait une mesure supplémentaire pour constater qu'il y a une réadaptation encore après mais c'est pas non plus...s'ils l'évoquent, on peut faire une dernière mesure en entrant en classe, parce que c'est globalement après 7-8 minute qu'on a récupéré donc le temps de remonter...voilà. (P3 note en même temps) Donc ensuite, y'aura un temps de discussion collective, ils auront sur leur table, leurs résultats personnels, donc ça va être un travail collectif à partir de résultats individuels. Donc si les mesures ont été correctement prises, on va pouvoir en conclure ce que l'on souhaite, c'est-à-dire, les rythmes cardiaque et respiratoire -et principalement le rythme cardiaque - augmentent avec l'effort et augmentent d'autant plus que l'effort est intense, puis après diminuent avec éventuellement le retour au repos. Donc ça va être la première interprétation et à partir de là on va pouvoir faire le double travail envisagé ; pour les CM1, si on leur demande de construire un graphique, ce sera un graphique individuel, c'est une compétence des CM1 et la compétence des CM2 c'est rédiger un texte à partir d'informations. Donc le graphique qu'ils vont construire, c'est un graphique individuel, où y'aura deux courbes, donc la vitesse de la respiration en fonction de l'effort ... hésitation...non le tableau des CM1, ça va être... hésitation....admettons la vitesse de la respiration... (P3 trace une allure de courbe et

un graphique avec des chiffres fictifs).....soit on mesure le pouls en fonction de la respiration ou le pouls en fonction de l'effort. Est-ce que ma courbe va être intéressante ou pas. En abscisse, j'ai la respiration en fonction de l'effort.

D'où un retour au repos après l'effort peut être intéressant

P3 tente de tracer une courbe en même temps. Donc je vais avoir l'effort moyen...je vais avoir 4 points. Je vais avoir une échelle qui va monter jusque 150 avec au repos...il me faut une double échelle pouls / respiration... ça va être super compliqué finalement

C'est pour ça que, à voir comme ça, j'ai l'impression que tu demandes plus de choses aux CM1 qu'aux CM2.

Oui, j'étais plutôt partie sur un graphique avec en abscisse la respiration et en ordonnée le pouls, c'est-à-dire le pouls en fonction de la respiration, mais j'obtiens pas la même chose. Remarque ça peut être intéressant de ne pas avoir la même chose.

Ta consigne ça va être « vous allez essayer de construire un graphique » et tu donnes rien de plus.

Oui donc la respiration je vais aller jusqu'à 50 et le pouls jusqu'à 150, donc je vais obtenir au repos 15-100, 30-120, 50-150. A part leur faire faire un exercice de construction de graphique, est-ce que j'ai un vrai intérêt à ça ? Est-ce que c'est dans mes objectifs de considérer que le pouls augmente en fonction de la respiration. Ce n'est pas ce que je souhaite mettre en évidence. Non. Éventuellement ce qui m'intéresserait le plus ça serait ce fameux graphique avec deux échelles et tout mais alors là c'est infaisable. Ça pourrait être un graphique en bâtons.

Ah oui. Mais ça ne résout pas ton problème. Tu peux peut être dissocier; pour certains, tu peux demander le pouls en fonction de l'effort, pour d'autres la respiration en fonction de l'effort et tu superposes tes courbes.

On est train de travailler sur les diagrammes climatiques et c'est exactement la même chose : le pouls d'un côté et la respiration de l'autre. Non, ça va pas non plus. On peut aussi ne pas faire du tout de tableau.

Éventuellement, tu peux imposer l'échelle pour la respiration

Oui mais comment... si tu gardes la même échelle, scientifiquement c'est difficilement justifiable ; si tu changes l'échelle, tu le fais dans quelle proportion ?

Tu peux avoir deux échelles différentes

Si on fait 200 et 100, du coup, on reste avec un différentiel plus important ... Oui mais ce que je voulais dire, c'est que j'avais mis au même niveau....Non non j'avais mis au même niveau le plus haut du rythme respiratoire et le plus haut du rythme cardiaque, ce qui était idiot puisque...Voilà donc si je vais jusqu'à 200 au niveau du pouls et jusqu'à 100 au niveau de la respiration, du coup je vais créer un différentiel, enfin, je vais séparer mes deux courbes.

(P3 note et construit en même temps un graphique)

On voit la corrélation entre vitesse de la circulation et respiration. On constate à la fois, avec le groupe des CM2, que le pouls augmente avec l'effort et la respiration augmente avec l'effort et avec le groupe des CM1, on va pouvoir voir la même chose : les deux augmentent proportionnellement ensemble. Donc les deux peuvent être complémentaires et intéressants. Du coup, il faudra que je leur impose l'échelle. Ok. On va faire deux groupes de 2 et un groupe de 3.

Tu comptes leur faire produire les tableaux par deux c'est ça ? Puisque là tu fais des paires...non c'est un travail individuel ? Dis-moi.

Ils vont travailler individuellement mais s'entre-aider, après discussion parce que certains n'y arriveront pas.

Donc ils vont chercher individuellement puis discuter

Les CM2 vont travailler par deux puisque du coup, ils vont pouvoir confronter leur point de vue. Et aussi pour la rédaction, ça peut être intéressant de travailler par deux. Là aussi, à partir de leur texte, il faudra qu'on voit comment on rédige un texte à partir de résultats ; qu'on observe, et ensuite qu'on en tire des conclusions donc ça ça va être intéressant.

Et eux, les CM2, ils vont le faire à partir du tableau, pas à partir de la courbe ?

Donc ça va s'arrêter là, en trois quart d'heure, on n'aura pas le temps d'aller plus loin. On n'aura pas le temps ensuite de reprendre pour faire une trace écrite en commun. Ce que j'attends des traces écrites des CM2, c'est que pendant l'effort, la respiration et le pouls augmentent. Plus l'effort est important, plus ça augmente. Si éventuellement, ils me marquent que l'un augmente en lien avec l'autre, sinon proportionnellement avec l'autre, ça sera intéressant aussi parce que ça fera le lien avec les CM1. Et donc qu'est-ce que ça veut dire ? Ils ont bien vu que c'était pas la respiration qui augmentait et qui faisait qu'on se mettait à courir. Effectivement : parce qu'on court, le corps s'adapte mais ça... c'est la conclusion. Ensuite : pourquoi le corps s'adapte quand on court ? Globalement, étant donné qu'on a déjà travaillé la respiration...

Et ça tu l'attends d'eux ?

Oui. Ils ont cette idée-là : que c'est une adaptation du corps en fonction des besoins du corps. Alors, qu'est-ce qui doit être nourri pendant l'effort ? Là par contre, y'avait un doute. Est-ce que c'est le cerveau ? Le cœur ? Les poumons ? Les muscles ne sont pas sortis...

Pas vraiment

Eh oui, les organes sont sortis mais pas les muscles. Donc ça ça va être intéressant.

Donc tu attends vraiment, à partir des données chiffrées qu'ils aillent jusqu'à cette interprétation-là ?

Oui. Bon on va voir ; s'ils n'y vont pas...en circulant dans les groupes, éventuellement, on pourra essayer de les y amener, puis s'ils n'y vont vraiment pas, on y retravaillera en groupe-classe après. Il faut qu'on aille jusque là, de manière, ensuite, à ce que logiquement, on puisse se mettre à avoir envie d'étudier le phénomène : comment ça se passe.

Et il faut que ça ça soit rendu public...

Ensuite ce sera la trace écrite, effectivement. Ça sera bien que la notion de proportionnalité ...euh je doute un peu sur la notion de proportionnalité... plutôt de « lien » direct entre la respiration et le pouls... ce qui pourrait être intéressant ensuite c'est de photocopier quelques résultats de CM1 de manière à les coller à cet endroit-là. Ensuite, une trace écrite sera faite en commun.

Mais ça tu le prévois pas demain

Ah non. Non non, pour la séance 3. Oui je pense que ce sera le petit un de la leçon du coup. Voilà : nos expériences et en fonction de ça, qu'est ce qui se passe et pourquoi.

L'interprétation des données physiologiques

Voilà, à partir de documents. Et en fonction de ce qu'ils auront produits, soit on reprendra un des textes, soit, moi ce que je fais dans 99% des cas, à partir de ce qu'ils ont produit on fait une trace écrite commune au tableau, qu'il recopie ensuite.

Que tu peux compléter éventuellement par des graphiques

Ah oui. On fera des photocopies. Chaque CM1 pourra prendre la sienne et pour les CM2, en fonction des graphiques qui vont sortir, s'il y en a un seul qui est bon, on photocopiera celui et s'il y en a d'autres on pourra en photocopier plusieurs, peu importe. Ensuite la séance 3, ça sera revenir là-dessus, éventuellement, la trace écrite.

On va déjà voir la séance 2 demain et lundi prochain on refera la même chose

Juste : ça pourrait être intéressant que je ne leur refasse pas recopier parce que la copie n'a aucun intérêt. Par contre ce qui pourrait se faire, c'est en fin de séance, c'est proposer un document, tu vois ? Faire un maximum de choses le temps que vous êtes là, c'est pas la peine que vous voyiez le recopiage qui, en plus, est très lent et fastidieux dans cette classe. Autant qu'ils copient quand vous êtes partis. Y'a des moments obligatoires n'est-ce pas, qui s'appellent la copie mais qu'est-ce que c'est pénible. Voilà !

3. ENTRETIEN POST S2 ET ANTE S3

Est-ce que ça s'est déroulé comme prévu ?

On est bien d'accord que non, bien sûr ! La raison est que j'ai rajouté un truc qui était utile, cette histoire d'harmonisation des résultats. Je sais pas ce que j'ai fait qui ont fait qu'ils ont réagit comme ça quoi, le coup de partir alors qu'on est en train de mesurer le pouls au repos et les deux tiers de la classe qui partent comme des fous. Des mesures ont été faussées à cause de ça c'est sûr. Y'a un certain nombre de résultats qui sont faux donc l'harmonisation était nécessaire parce que j'avais entendu des choses pas normales. L'erreur est arrivée quand j'ai fait, ce n'était pas un tableau, c'était une liste. Cette liste était cohérente pour le travail que je souhaitais faire c'est-à-dire vérifier les incohérences de résultats et cette liste devenait totalement aberrante quand je leur ai demandé de travailler dessus

Es-tu complètement sûre d'avoir éliminé les données aberrantes avec la liste que tu as faite ?

J'ai enlevé les valeurs aberrantes en faisant un travail de comparaison des élèves les uns par rapport aux autres pour une même liste mais pas d'un même élève

Il y avait donc des valeurs dont tu pouvais faire quelque chose ?

J'ai voulu faire vite cette liste, un truc absurde, alors que j'aurais pu faire ce tableau (*le tableau qui sera à l'étude en S3*). Des élèves vont sortir des résultats avec leurs données c'est sûr, mais à partir de données pas forcément justes et ensuite je me suis enferrée, c'était le début de la fin avec les multiplications que j'ai faites par 2 et par 4 à leur place ce qui était une aberration pédagogique on va dire, enfin bref, multiplier par 2 et par 4, c'est pas une compétence attendue de fin de CM2 non plus, bref, en admettant qu'ils auraient du le faire je les ai ensuite mis en autonomie et je leur ai donné le choix de travailler soit sur la liste soit de travailler sur leur document, or leur document, je ne leur ai pas demandé de faire leur conversion alors certains les ont faites mais pas tous, quoiqu'il en soit je me suis penchée sur les résultats des comptes rendus, alors là je suis très étonnée pourtant ils étaient bien clairs avec l'objectif de, comment dire, ils étaient au clair avec la démarche, la progression du raisonnement,

mais le passage des chiffres à la conclusion, on pourrait dire que ceux qui ont travaillé sur la liste se sont planté et ceux qui ont travaillé sur leur données personnelles ont réussi, or non, Gurw a écrit « *mon cœur bat plus vite que celui de mon collègue* », là, je sais pas qui c'est, « *les mesures ne sont pas obligatoirement pareilles* », en fait j'ai considéré qu'ils allaient réussir à analyser et c'est trop, c'est une marche trop difficile à franchir seuls, (*P3 commente les travaux des élèves en même temps*), alors Nico et Lola ont reporté les chiffres, c'est tout, eux ont travaillé sur la liste ils ont pris les mesures les plus élevées de la liste, Lena et Pick « *les données cardiaques sont plus élevées que les données respiratoires* », c'est une donnée aussi, Maud et Gabi ont commencé par comparer « *la mesure cardiaque au repos se trouve entre 80 et 116, pour la course modérée entre 72 et 140 et pour la course rythmée entre 108 et 164* », elles ont noté là où il y a beaucoup d'écart et pas beaucoup d'écart ente les élèves. En fait j'ai induis la comparaison entre élèves alors que c'était pas du tout ça que je voulais, elles ont relevé quelque chose d'anormal « *il y en a qui ont plus de battements cardiaque au repos qu'en course modérée* », alors là, pour Sole et Leah, ça va pas « *on a plus de battements du cœur au repos qu'à la course modérée* », pour Pati et Mega « *les CM1 ont des mesures plus élevées que les CM2 (pas sûr)* » ça c'est parce qu'ils ont travaillé sur les listes. Donc voilà, voilà...c'est intéressant, hein !

Alors finalement, on peut repartir de ce tableau où j'ai synthétisé leurs données, j'ai pas toutes les données, mais environ un tiers des élèves et sur les données que j'ai, il y a des données pour lesquelles il y a un problème, selon moi donc ce qu'on pourrait faire, c'est ne pas leur donner simplement ce tableau parce qu'on risque de retomber dans une analyse qu'on va avoir du mal à gérer parce qu'ils peuvent nous ressortir des choses qui vont être scientifiquement erronées mais dont on pourra difficilement démontré le contraire avec ce tableau donc ce qu'on peut faire, c'est leur laisser ce tableau-là avec leurs mesures et rajouter un tableau de mesures moyennes chez un enfant de 10 ans parce que ce tableau pourra servir de référence si par exemple on m'explique que on a le cœur qui bat plus lentement après une course. Donc le travail qu'ils ont pas réussi à faire la dernière fois, mais pas par leur faute, je vais le reprendre en collectif. Je veux pas retomber dans la même erreur en travaillant avec des résultats incertains qui sont pas exploitables donc je vais les garder en collectif et j'avais prévu une relecture des conclusions et ensuite revenir à la question de départ « *est-ce que j'ai une modification de mon rythme cardiaque et respiratoire en fonction de l'effort* » et ils m'ont répondu « *pour un même état, au repos ou à l'effort y'a des écarts entre élèves* » donc ils ont pas répondu à la question qu'on s'était posée, donc ça je voudrais bien qu'ils l'analysent à partir de leurs propres travaux, voir qu'ils ont pas répondu à la question qui était posée et ensuite repartir sur la vraie question *est-ce qu'il y a des différences en fonction d'un effort* et comme ce tableau-là (*celui qui sera travaillé en S3*), rajouter ce deuxième tableau (*données moyennes pour un enfant de 10 ans*) en expliquant que certaines mesures semblent anormales, par contre, voilà, un tableau qui présente les moyennes d'un enfant de leur âge, donc là, on analyse collectivement et de là une trace écrite collectivement qui pourrait être par exemple que se passe-t-il quand je cours ? Comment mon corps réagit-il quand je me mets à courir ? Enfin voilà, une question de cet ordre-là. Donc il y aura une trace écrite qui sera une réponse à cette question-là du genre « *quand je fais un effort, la respiration et le pouls augmentent leur rythme. Plus l'effort est important, plus le rythme cardiaque et respiratoires sont élevées* », après on se pose la question pourquoi ? Et ça sera le grand 2, pourquoi mon cœur bat-il plus vite ? Et c'est là que j'arrive pas à trouver les documents. J'ai trouvé un tout petit encart mais je trouve ce texte un peu abrupt je cherche d'autres documents pas forcément sous la forme de textes, (*P3 lit des extraits*)

d'autres manuels, cherche des textes courts). Celui-là n'est pas inintéressant, il est complémentaire de celui-là, ça demanderait d'être relu, ça donne les liens entre les rythmes et l'explication de leur augmentation, oui voilà amener davantage d'oxygène aux muscles. Alors il faudrait qu'ils produisent un schéma je verrais bien un schéma à ce stade il faut qu'ils arrivent à, là, y'a ce schéma qui n'est pas inintéressant parce qu'il fait le lien entre l'arrivée d'oxygène dans les alvéoles pulmonaires, ça on l'a déjà vu, le lien avec l'apport d'oxygène dans le sang et ... mais il manque plein de choses, le transport du sang vers les muscles, le retour du dioxyde de carbone des muscles, je voudrais trouver un truc avec l'idée du muscle parce que ça permettrait en grand trois par exemple euh, de concrètement comment est-ce que ça se passe dans l'organisme ou alors je mets aucun schéma dans le grand deux simplement en mettant des textes en trouvant un texte expliquant le besoin en oxygène des muscles et en grand trois comment se passe-t-il dans le corps et là on peut passer sur des schémas de la circulation car du coup dans le grand il y aurait un tableau, dans le grand deux il y aurait des textes, et dans le grand trois il y aurait des schémas. Je perds pas de vue que dans mes objectifs y'avait que je voulais plusieurs sources, plusieurs types de documents. Maintenant si je trouve pas, c'est que c'est peut être la meilleure manière d'expliquer un schéma

Les schémas que tu vas trouver sont ceux de la circulation sanguine, tu peux aussi essayer de leur en faire faire un, le leur faire chercher aussi

Oui, pourquoi mon cœur bat-il plus vite, il y aurait le page 123 du « Hachette », page 188 de « toutes les sciences », ce sont deux documents qu'on a reçu assez récemment l'an dernier je crois et ceux-là sont assez bien fichus, par contre je m'étais pas référée aux bouquins pour la première partie et dans tous je trouve la même expérience du comptage des rythmes et depuis que je fais la circulation sanguine avec des cycles 3 j'avais jamais pris cette entrée, c'est marrant. Donc, il me manque un doc sur une explication du besoin en O₂ des muscles (*et P3 écrit cela en même temps*), mais je vais trouver alors une fois qu'on aura de ça ça et ça est-ce que ça serait pas intéressant de, quel est l'intérêt de leur faire faire un schéma à ce stade-là, est-ce que, il faut que je mette les textes bout à bout et que je trouve l'autre pour voir si à partir de tout ça, me mettre à leur place et voir si de tout ça peut sortir un schéma et quel est l'intérêt du schéma, tu vois ce que je veux dire, parce qu'il y a une idée de comparaison, l'idée que ça va plus vite quand je fais un effort, donc l'idée c'est pourquoi, donc soit je sors ce schéma avec le passage du sang près des poumons, le chargement en oxygène, le voyage vers les muscles et ça va s'arrêter là. Si je trouve dans un texte, le fait que les muscles rejettent également du CO₂, ça va pouvoir revenir. Bon, si on leur fait faire le schéma, y'aura pas le cœur normalement, et ça ça peut être rigolo, normalement, ça part des poumons, ça va au muscle, ah ! ça ça peut être intéressant, ah ! oui ça ferait un beau questionnement pour la séance suivante, normalement, s'ils font leur schéma à partir du texte, c'est-à-dire sans inventer, ça part du poumon avec les vaisseaux sanguins à côté du poumon, ça arrive au muscle, ça revient au poumon pour se charger en oxygène et y'a pas de cœur ! Où est le cœur ? Et oui ! ce qui permettra en point grand 3 de voir l'anatomie du cœur enfin l'anatomie, la... je trouve pas mes mots, la structure du système sanguin, du système circulatoire, ça sera la suite logique et on arrive en grand quatre au cœur en tant que pompe.

Silence, P3 écrit sur sa fiche de préparation

Bon, et puis on peut glisser un mot de ce qu'on a déjà appris, à propos des éléments nutritifs transportés par le sang, on n'a pas besoin de textes à la limite, on a déjà fait la digestion, on a les connaissances. Bon, *P3 écrit en même temps*. Ça va faire une

grosse séance, là. Donc, le schéma, et en S4, je voudrais revenir sur les schémas et ensuite repartir sur (*P3 écrit*) et ensuite la structure de l'appareil circulatoire ah ! Oui la conclusion est où est le cœur ? Quel rôle a le cœur ? même s'ils y pensent, y'aura un souci donc ensuite le bon vieux schéma bien classique de la circulation, bon, on tente comme ça, c'est expérimental, hein.

Je voudrais te demander pourquoi dans ta phase 1 où tu proposes un tableau de référence celui de rythmes moyens pour un enfant de 10 ans, hein, pourquoi tu les as fait passer par des prises de mesures sur eux ?

Ça peut être un moyen de confirmer leurs résultats ou de montrer des aberrations dans leurs mesures et en plus, j'ai voulu partir de leurs propres expériences et comparer avec des mesures de référence, mais en fait sur 16 résultats j'en ai 8 qui présentent une aberration ou un défaut. Si les résultats avaient été parfaits ; impeccables, j'aurais pas eu besoin de mon tableau de référence ; c'est pour conserver une certaine justesse scientifique, on peut pas baser ses résultats sur des résultats qui sont pas fiables

Et l'idée de tes graphiques pour les CM1 ? Qu'en fais-tu ? Tu abandonnes l'idée ?

Ah ! Très bonne question, il faut pas que je les laisse tomber. *P3 reprend les productions précédentes des élèves te les commente.* Y'a de l'idée, c'est pas incohérent, y'a des choses, j'y réfléchissais tout à l'heure en voiture, on a travaillé les diagrammes ombrothermiques, on vu les différents types de climats, donc je me demandais en leur fournissant l'échelle si je veux sauver les meubles, en leur donnant la trame, la respiration avec une échelle, le rythme cardiaque avec une autre échelle et leur faire faire les courbes

Et pourquoi tu ne leur fais pas faire à partir du tableau de référence ?

Alors en S3 je fais la trace écrite et le diagramme mais tout le monde ensemble CM1 et CM2 ; *P3 note tout cela en même temps* oui, en fait c'était trop difficile mon travail, j'avais présumé de capacités supérieures, en même temps, Fred qui est un élève faible s'en est bien sorti. Alors je vais leur donner la trame pour les aider et ensuite ils auront juste les 6 points à faire et on analyse les courbes. Je fais la courbe avant la rédaction de la trace écrite donc. Donc, que se passe-t-il quand je cours, cf. 2 tableaux et diagramme (*P3 écrit cela*) et S4 ça sera les documents et le schéma de la circulation sanguine et même si leur schéma est faux on leur présentera le schéma validé, juste qu'ils auront dans leur classeur alors est-ce que ça sera en S4 ou S5, là je peux pas le dire tout de suite. Bon, voilà comment sauver les meubles. Ah ! ça fait longtemps que j'avais pas planter un truc comme ça, purée !

Mais je crois que tu savais pas trop où tu allais avec tes graphiques, tu te souviens que passé un moment tu voulais faire le pouls en fonction de la respiration ?

Oui dans les diagrammes mais c'est pas les graphiques qui m'ont posé le plus de problème, je savais que les graphiques ça se ferait pas facilement et c'est pour ça que je voulais étayer. Bon, on va retomber sur nos pieds. Mais ça montre aussi que les sciences, au-delà de mon erreur pédagogique à moi, ça coule pas forcément de source. C'est pas pasqu'on leur montre des beaux schémas bien fait que le scientifique qui a découvert la circulation sanguine l'a fait comme ça du jour au lendemain, c'est des erreurs, est-ce que mon tableau est juste ?, le premier qui a fait ces mesures-là, est-ce qu'il en a fait une seule ? Ça pourrait être des questionnements aussi

Et ça tu penses pouvoir leur faire passer d'une façon ou d'une autre ?

Pourquoi pas, dans le retour sur la séance 2, avec l'élimination des résultats aberrants, on peut en parler, de la question de l'expérience scientifique au service de la science.

Est-ce que une seule expérience suffit, est-ce que le chercheur se contente d'une seule expérience ? On va bien voir que les résultats sont pas formidables qu'on peut se tromper, donc l'erreur était possible et je ne l'avait pas envisagé à ce point-là !

4. ENTRETIEN POST S3 ET ANTE S4

On revient un peu sur ce qui s'est passé en S3 ?

J'ai cloisonné les différentes situations parce que je voulais pas que ça reparte en sucette il fallait que je rattrape moi mon erreur et puis la situation qui était partie dans une direction qui ne me convenait pas forcément

Alors je voulais repartir de leur conclusion, mais ça m'embêtait car on ne pouvait tirer un constat que de semi échec et c'était pas de leur faute en fait ça venait de ma part alors je l'avais prévu mais ils sont allés très vite dans les conclusions qu'ils pouvaient tirer des résultats de leur recherche donc je suis partie là-dessus car il était tard et ils s'impatientsaient alors j'ai pris du retard et j'ai pas projeté sur la séance suivante comme j'avais prévu mais ça me fera une intro pour la suite, c'est pas grave

J'ai trouvé que le fait d'avoir refait le tableau c'était plus qu'indispensable ça devenait lisible, les chiffres aberrants sont toujours discutables alors on peut en discuter pendant des heures est-ce qu'on valide un résultat ou pas après ça serait l'objet de recherches plus profondes qui nous concernent plus vraiment il faudrait faire des études à échelle beaucoup plus grande pour voir si les chiffres qu'on a trouvé sont vraiment aberrants ou pas, de même on n'a peut être pas éliminé des chiffres qui auraient du l'être mais ça a permis d'avoir une vision globale des choses pour la conclusion à laquelle je voulais arriver c'est à dire que quand on fait un effort le cœur augmente ses battements, la respiration augmente son rythme également, voilà c'est la conclusion à laquelle je voulais arriver et donc ça suffisait largement pour y arriver le tableau de référence a été utile pour valider en fait leurs propres résultats, la cohérence c'est une confirmation de l'augmentation du rythme en fonction de l'effort. Je voulais dire aussi un petit mot ce qu'est-ce que c'est qu'un résultat fiable, est-ce que les nôtres sont fiables ; ils ne faut pas qu'ils croient que leur résultats suffisent à prouver quelque chose, ça nous permet de tirer des conclusions mais si c'est pas étayé par un résultat avec des gros guillemets scientifiques y'a quelque chose qui est bancal au niveau de la fameuse démarche ou de la démarche intellectuelle du moins

Alors ensuite la production du diagramme eh bien j'étais plutôt satisfaite parce que avec l'étayage que j'avais prévu ils s'en sont plutôt bien tirés tous rapidement mais j'ai pas eu à passer derrière tout le monde et là c'est devenu limpide au niveau de l'analyse et de la conclusion

Si les CM1 avaient été perdu par le diagramme, là j'étais agréablement surprise par leur travail, je pensais que ça serait plus laborieux mais j'ai bien balisé au début pour le diagramme

Et le choix de faire deux échelles ?

Je voulais garder la structure qu'ils connaissaient (*celle des diagrammes ombrothermiques*) et pour bien séparer les deux séries de données

Tu ne voulais relier les points entre eux, pourquoi ?

Je ne voulais pas faire des traits entre les points, faire une courbe était difficile pour eux, c'est-à-dire passer faire la tangente de chaque point et anticiper la forme de la courbe de manière à une vraie courbe, là j'ai trouvé que c'était un petit peu hein mais

du coup ça pouvait être intéressant de la faire mais ça nécessitait une explication plus poussée donc bon...

OK, alors on aborde la S4 ?

Alors mes objectifs c'est comprendre les liens entre respiration, circulation et activité physique, mettre en relation des données faire une représentation schématique, l'interpréter ; mettre en relation des données issues d'une documentation et rédiger une trace écrite à partir d'informations puisées dans des documents donc les deux premiers objectifs ce sont des objectifs de séquence et les autres un objectif plus ponctuel de séance

Alors j'envisage trois phases, relancer à partir de la trace écrite recopiée et la question que j'aurais du poser la dernière fois maintenant qu'est-ce qu'on va chercher à savoir ce que j'attends c'est pourquoi, pourquoi est-ce que mon cœur bat plus vite lorsque je fais un effort, qu'est-ce qui se passe réellement au niveau physique donc je noterai les questions pour vérifier à la fin qu'on y a bien répondu quand on fera la trace écrite. Je leur ai préparé ce fameux document que tu as normalement je voudrais qu'on en discute maintenant, c'est un truc que j'ai bidouillé alors je sais pas ce qui se passe là encore ou alors c'est moi qui suis en dehors des clous mais je trouve pas de document, ce sont des documents que j'ai puisé dans des ressources notamment de collège où y'avait un laïus d'un prof et donc j'ai fait des copier-coller pour arriver à ce que je voulais, voilà, ...*silence*...y'a des choses qu'ils savent déjà mais avec un discours qui se veut disons rentrer un petit plus dans les détails physiologiques alors notamment la réaction, on va pas s'en resservir de cette réaction mais je la trouve intéressante parce qu'elle incluse, elle fait le lien entre les nutriments, le glucose et on a déjà parler de tout ça dans notre séquence sur l'alimentation on a déjà vu que le muscle avait besoin de se nourrir mais ça peut rester des données qui sont séparées dans la tête des enfants et moi ça me permet de faire le lien même si après d'une part elle est pas équilibrée (*la réaction chimique indiquée sur le document*) et d'autre part elle est pas de leur niveau mais enfin elle est pas de leur niveau oui et non elle est pas de leur niveau en termes d'apprentissage de la formule mais elle leur permet de comprendre les choses je trouve c'est à dire que c'est l'association de l'oxygène et du glucose, des nutriments puisque jusqu'à présent on en a parlé en ces termes-là du glucose donne de l'énergie ça ils savent que quand ils mangent du sucre ou des sucres lents ils vont avoir de l'énergie puisqu'on a déjà parlé, la chaleur ben ça peut être intéressant ah tiens c'est pour ça que j'ai chaud, du CO₂ ça c'est évoqué plus loin et de l'eau oui effectivement je transpire, voilà ensuite le deuxième document me paraissaient très intéressant pour prendre conscience des besoins en O₂ et en nutriments des muscles par rapport à une course

Oui, mais là c'est plus le débit sanguin...ils vont arriver à trouver qu'il y a des variations d'un côté et à d'autres moments pas ?

On va voir ... les organes ... alors s'ils peuvent dire aussi que y'a moins de sang qui passe dans les reins par contre c'est pareil pour le cerveau ... si y'en a qui vont jusque là peut être on va y aller.... il me suffirait qu'ils me disent les muscles prennent la grosse part du gâteau, voilà.

Alors à partir de la lecture des documents on va faire une trace écrite mais il faut avant une phase de réflexion par deux donc d'abord juste tirer les info importantes voire stabiloter je veux qu'ils travaillent sur la totalité du document et je vais leur demander de tirer les info importantes et ensuite une trace écrite commune ce que j'attends « mes muscles ont besoin de nutriments et de dioxygène ces éléments sont transportés par

sang quand je fais un effort ses besoins augmentent donc mon sang doit circuler plus vite et ma respiration aussi » quelque chose comme ça

Ensuite en phase deux j'aimerais qu'ils réalisent un schéma peut être à partir du document trois et aussi de la trace écrite voilà je vais leur dire ce que c'est un schéma et ensuite on affiche les schémas on en discute les erreurs sur la compréhension et sur la schématisation y aura-t-il un schéma correct qui va sortir je sais pas sinon on essaiera d'en faire un tous ensemble et en bilan, la suite quoi le fait que ... comment le sang circule et ensuite on passe au circuit sanguin petite et grande circulation et l'anatomie du cœur

Tu t'attends à quoi sur ces schémas ? Qu'est-ce qu'ils sont capables de produire ?

Alors je pense que ils auront les poumons les muscles ça va des poumons au muscle puis du muscle aux poumons là il va leur manquer le cœur comment ils vont représenter les nutriments je sais pas comment ils vont faire pour apporter le dioxygène au muscle je sais pas mais ça justifie pleinement de réfléchir au rôle du sang ça va être intéressant très intéressant.

5. ENTRETIEN POST S4 ET ANTE S5

On fait un petit bilan ?

Ils étaient fatigués en S4, c'est pas bon l'après midi ils étaient cuits, avec la patinoire de ce matin. Bon, enfin, on a fait la phase 1 c'est-à-dire l'analyse des documents et je vais abandonner cette phase-là. La réalisation d'un schéma c'est vrai que c'est important mais bon, ça ralentit le mouvement on va pas y arriver. Bon, on est arrivé à qu'est-ce qui se passe dans l'organisme lorsque je cours au niveau du muscle, de la circulation du cœur et de la respiration donc maintenant on peut parler de la circulation proprement dite voilà alors de quelle manière hum, pour vendredi on va parler de la circulation et on arrivera au cœur en dernier d'habitude je pars du cœur et on arrive à la circulation en dernier, là je fais le mouvement inverse. Là, on va rentrer directement dans la petite et la grande circulation puisque du coup ils vont comprendre parfaitement ce qui se passe. Alors j'ai des textes normalement. Alors à partir de là on peut partir dans deux directions soit le fonctionnement du muscle soit le fonctionnement du système sanguin et ils m'ont bien donné les deux directions d'ailleurs à la fin de S4, une des réponses a été on va regarder dans le muscle et l'autre réponse a été on va regarder le système sanguin et là Lena a dit on n'avait pas fait comme ça la dernière fois donc il va falloir que je sois assez claire, voilà on a pris l'exemple du fonctionnement musculaire pour démontrer que le cœur bat plus vite quand le corps est en activité mais on va abandonner la partie étude du muscle car ce n'est pas notre propos, nous ce qu'on veut c'est le sang le cœur et la circulation sanguine, maintenant qu'on a étudié à quel moment il battait plus ou moins vite, qu'on a vu certains éléments qui circulait dans le sang avec le sang pour le fonctionnement du muscle, on va voir comment ça se passe concrètement au niveau de la circulation c'est-à-dire comment l'oxygène arrive jusqu'aux muscles et comment les nutriments arrivent jusqu'aux muscles. *Silence.*

Alors est-ce qu'ils peuvent partir dans la mauvaise direction si je leur pose cette question ? En même temps maintenant il faut généraliser il ne faut plus ce contenter du muscle, le sang ne va pas jusqu'aux muscles il va à tous les organes aussi il ne faut pas focaliser sur le muscle alors ils perdent l'aspect général de la circulation du sang et si je généralise trop tôt je prends le risque qu'ils ne fassent pas le lien avec ce qu'on

a fait avant. Alors je vais leur distribuer la trace écrite qu'ils vont coller dans leur cahier et je vais dire voilà à partir de la trace écrite je vais leur demander de réaliser un schéma, on observe les schémas, on en garde un et après on généralise : y'a pas que les muscles, y'a les organes, voilà ça c'est pas mal, je vais faire ça, attends je le marque *et P3 note ceci*. Alors on vient de constater que le sang circule plus ou moins vite comment circule-t-il ? Comment ça se passe pour qu'O₂ et nutriments arrivent aux muscles. Mais on va aller plus loin, je vais trouver des documents, y'en a un sur internet où la petite et la grande circulation sont ensemble pour entrer dans des considérations de schémas, d'anatomie, de codage, etc, qu'on accélère un peu plutôt que de leur donner encore un texte donc je vais trouver sur Internet un schéma de circulation directement ça serait l'idéal

Tu verras aussi ce qu'ils arriveront à produire en S4

Alors je lis ce document la petite circulation est assurée par des vaisseaux sanguins appelés veines mais qu'est-ce que c'est ça ? C'est faux ! La petite circulation n'est pas assurée par des vaisseaux appelés veines, il est totalement faux ce schéma et la grande circulation est assurée par des vaisseaux appelés artères. Et oui, la définition d'artère et veine c'est pas du tout ça. Oui, tu vois, je l'ai pas vu à la première lecture, bon, je vais lire la suite quand même. Il faut que je trouve un document pour voir toute la terminologie la notion d'artère, veine mais juste bien sûr ; mais j'ai besoin que de artère et veine en fait je vais leur donner un document couleur alors on va parler du code couleur. Donc terminologie artère veine sur un schéma légendé le code couleur *et P3 écrit en même temps* sachant que en S6, je leur présenterai le cœur et alors on pourra revenir sur ce schéma-là pour le finir de le légendé donc il faut que je prévois un schéma pré-légendé, laisser des traits libres donc, il faut que je conçoive S6 et S7 en même temps de toute manière

6. ENTRETIEN POST S5

Alors cet entretien porte sur les recherches de schémas de la circulation sanguine en S5

Oui, c'est toi qui les as récupéré, ce qui était intéressant c'était qu'il y avait la totalité du corps représenté avec force détails et d'autres où il n'y avait que l'essentiel de représenté avec des schémas totalement recentrés sur le sujet avec un souci de schématisation alors ont-ils vu l'intérêt de ne représenter que l'essentiel c'est pas sûr cela dit certains avec la silhouette étaient relativement défendables et tu vois le schéma de Sami a remporté un vif succès et pourtant avec tous ces traits il fallait absolument la légende pour le comprendre sur certains il y avait un souci de couleur un seul a tenté l'explication de la vitesse ce qui n'était pas évident

Ensuite tu as proposé une affiche au tableau

Oui j'avais envisagé la possibilité de reprendre au tableau l'exercice de validation des schémas et je voulais montrer que par un schéma on pouvait tout représenter après on a travaillé à la trajectoire du sang bon je sais pas si il y a un intérêt à mettre ce schéma dans les classeurs celui que j'ai fait au tableau tu vois

Pourquoi avant de passer au schéma-canon disons tu ne les as pas fait travailler sur les liens entre cœur poumons et muscles ?

Je pense qu'ils n'avaient pas les moyens d'aller plus loin que ce qu'on a produit au tableau ensemble ils pouvaient pas aller beaucoup plus loin ça restait limité je pense

avec les éléments qu'ils avaient en main et c'est un schéma discutable que nous avons produit c'est d'ailleurs bien pour ça que je ne le veux pas dans les classeurs

C'est ça qui justifie de passer à un schéma validé à ce moment-là ?

Ça aurait pu être intéressant d'aller plus loin dans la notion de schématisation mais je visais la généralisation à tous les organes. Je pense que va naître le besoin d'en savoir un petit peu plus sur le cœur.

7. ENTRETIEN POST S6 ET ANTE S7

C'était une séance que tu as bien pris en main, tu voulais avancer je pense

Oui et puis c'était un travail de remise en mots de leurs mots de documents, le document qui avait été exploité dans la séance S5 à savoir le schéma de la grande et de la petite circulation c'était important de revenir dessus ça faisait le lien avec la séance précédente parce qu'on en avait vu qu'une partie à la séance précédente et ça nous a servi d'appui pour la trace écrite ça a permis de remettre les choses en place notamment au niveau du circuit, ça demande une telle conceptualisation pour entrer dans la réalité du vivant et c'est tellement complexe que ça demande une sacrée gymnastique de l'esprit c'était nécessaire on a fait un rappel sur la respiration et c'est ça le plus complexe en fait on en a presque oublié le cœur et ça a permis d'aller directement sur le schéma suivant

Tu peux préciser l'origine de tes documents ?

C'est un document internet que j'ai modifié et j'ai rajouté le titre, le transport d'O₂ et CO₂ j'ai rajouté les nutriments et les déchets ce document là est un complément scientifique de « *Mon quotidien*¹²⁵ » qui sort toujours des documents remarquables et le schéma du cœur j'ai modifié j'ai mis un schéma du cœur de la main à la main à la pâte

Pour moi l'objectif est atteint en S6 à savoir la notion de circuit et le cœur en on va focaliser sur le cœur en S7, l'objectif était la trace écrite et c'est fait. J'ai choisi de leur donner la théorie et ensuite en S7 la pratique même si c'est pas eux qui vont pratiquer en leur montrant un cœur j'aurai pu leur montrer le cœur d'abord et rechercher après le passage du sang dans le cœur le seul problème c'est que dans le cœur il ne l'aurait pas vu bon, j'aurai pu leur montrer une vidéo mais j'ai fait ce choix-là, la théorie et ensuite le cœur j'ai pensé que plus ils auraient d'éléments théoriques plus ils profiteraient de la dissection

On envisage la S7 ?

Alors pour la S7, on va repartir de ce document qui s'appelle le cœur, je vais revenir sur le bas du document avec le texte qui s'appelle les deux pompes je leur ai demandé de le lire chez eux, on va relire le texte et on va établir enfin rétablir le code couleur sur ce schéma-là, je veux leur faire sauter aux yeux qu'il y a deux parties dans le cœur la partie gauche rouge et la partie droite bleue ensuite on va voir l'aorte le sang ressort du ventricule gauche pour aller vers les organes et comme la crosse n'est pas faite on va la faire ensemble et je voudrais leur faire marquer artère aorte ensuite on va voir le passage oreillette gauche et on va légèrer le schéma avec les veines pulmonaires on continue avec le ventricule gauche et l'aorte on marquera artère pulmonaire et le pavé

¹²⁵ Journal quotidien, commentant l'actualité, diffusé par abonnement dans les écoles et destiné aux élèves de 8 à 12 ans.

oreillette droite on le lira et on notera les veines caves bon ça ils vont le faire individuellement mais on le fera collectivement et ensuite on passera au vivant j'ai commandé un système cœur poumons, il faudra qu'on s'organise pour visualiser la chose il m'aurait fallu une caméra mais j'ai pas donc ils verront en direct le vivant. On verra les poumons, souffler dedans, on verra la cloison inter-ventriculaire ah, il faut que je vérifie ma cargaison de gants. Ça leur permettra de poser des questions et d'avoir vu la théorie avant ça leur permettra d'être armés pour en profiter je les pas prévenus je pense que la curiosité va l'emporter chez tous après si y'en a un qui veut pas regarder il regarde pas.

C'est un choix de mettre la dissection en dernière séance ?

Oui, j'aurai pu comme je l'ai dit faire cette séance avant pour poser le problème du circuit après mais bon les deux solutions étaient envisageables mais bon comme ils ne peuvent pas vraiment manipuler en termes de recherche ça reste assez limité, c'est moi qui coupe je vais pas couper là où les 20 veulent mais à 20 sur un seul cœur on ne peut faire qu'une démonstration entre guillemets. J'aurai pu la mettre en milieu de séance une recherche sur le vivant en fin de S4 ou début de S5 si j'avais des petits groupes d'élèves et beaucoup de matériel où ils peuvent manipuler mais ça apporte des choses de leur faire ici aussi car on voit que le cœur est refermé sur lui-même et là entre un cœur réel et la coupe schématique c'est pas pareil ça les aide je pense à comprendre le schéma même si on coupe un cœur en deux on va pas avoir le schéma que je leur ai distribué et c'est normal c'est bien pour ça que c'est un schéma d'ailleurs

Tu prévois autre chose dans cette séance ?

Il aura des questions et on va chercher à apporter des réponses tout de suite *de visu* on coupera s'ils ont besoin de voir des choses en particulier par exemple on pourra voir les valvules je pense qu'il y aura des questions ils ne vont pas rester sans rien dire sur une séance de ce type

On peut revenir sur un obstacle que tu avais pointé comme important, la notion de circuit fermé si tu veux bien

Tu vois le fait de se ramifier n'est pas une difficulté je trouve cette année en ayant commencé par une expérimentation je trouve que la notion de circuit fermé est passé très facilement ça coulait de source si je peux dire d'habitude je fais une foire aux questions et ensuite on attaque par la notion de circuit fermé et là cette année en commençant comme ça c'était mieux et tu vois je suis bien contente d'avoir changé cette année par cette entrée où on prend les mesures je trouve que ça passe bien comme ça ça coule naturellement si j'ose dire.

8. ENTRETIEN POST PROTOCOLE

On peut revenir sur des éléments de ta séquence...

Alors l'idée de partir du vécu des élèves avec les trois premières séances était intéressante mais c'est vrai que ça fait un peu usine à gaz quand même parce que c'était pas hyper solide au plan démonstratif, travailler sur 20 élèves seulement ça nous donne pas des mesures statistiques suffisantes

Qu'est-ce qui avait motivé ce groupe de séances ?

Je voulais partir du vécu des enfants en termes pédagogiques ça me semble indispensable et puis eh bien, c'est vrai que je suis scientifique alors je le fais peut-être de manière totalement intrinsèque sans forcément y réfléchir, alors c'est peut-être pas

forcément conscient c'est plus une vieille manie cette manière de faire que j'applique en classe. En fait je voulais aussi faire le lien entre digestion et respiration qu'on avait vu avant et ça me semblait un bon moyen pour lier tout ça. Et mon idée sous-jacente était quand même d'établir une relation de cause à effet avec la prise du pouls et des rythmes cardiaques avec l'activité physique

À propos de la séance S4 qui portait sur les analyses documentaires ?...

Alors je ne jette rien sur cette séance, je garderai ces documents et puis je change d'une année sur l'autre alors je peux réutiliser les documents mais pas forcément de la même manière parce que ça m'intéresse pas de refaire d'une année sur l'autre

À propos de la dissection du cœur à la fin, tu peux ...

Oui mon objectif c'est comme finaliser un peu un puzzle on met on prépare les pièces et ça scelle un peu la compréhension de choses mais on pourrait tout à fait le mettre au début dans une autre approche et peut-être que je ferais ça une autre fois. Oui ça peut sceller des éléments épars chez les enfants, soit effectivement on part d'une observation du cœur au début et on en vient à la démarche hypothèse vérification par des documents scientifiques ou des films vidéo voilà pour comprendre la notion de circuit fermé de sens unique mais par contre j'aurais plus de mal à raccrocher l'idée d'intégration des nutriments et de l'oxygène dans le sang.

P3 visionne un extrait du jeu S1j4 (très court)

Oui ici quand il (*Sami*) me parle du cerveau je peux pas en parler, c'est pas exploitable à ce moment ça sort trop de l'objectif du moment, non là je vais droit au but et puis j'ai pas la réponse à ce moment-là et je peux pas exploiter ça en 3 minutes comme ça. Ma pratique rend la parole des enfants assez libre et du coup génère pleins d'à côté, des choses qui sont pas systématiquement en plein dans le mille ou des questions qu'ils posent au moment où ils ont envie de la poser et du coup ça fait beaucoup de choses à gérer et je peux pas toutes les prendre, tu vois ce que je veux dire.

L'entretien se termine, P3 est appelée.

CHAPITRE 2. L'ANALYSE A PRIORI DES SÉANCES

1. SÉANCE N°1. SITUATION D'ENTRÉE : L'ORGANISME À L'EFFORT

1.1 Les savoirs en jeu

D'après la fiche de préparation de P3, il s'agit de faire trouver aux élèves une situation qui montre le lien entre respiration et circulation sanguine. C'est une situation d'activité physique qu'il est demandé aux élèves de trouver, et par contraste avec la situation de repos, de repérer des changements au niveau cardiaque (augmentation du rythme cardiaque) et au niveau respiratoire (essoufflement par exemple).

1.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

Dans les documents support des préparations de P3, la situation de contraste repos vs effort est considérée comme une expérience au cours de laquelle on va recueillir des données qu'il s'agira d'exploiter par la suite. L'enjeu de la séance S1 n'est donc non pas de procéder à l'« expérience » mais de construire un instrument de

recueil de données. Il est précisé dans la fiche de préparation de S1 que les différents instruments de recueil de données produits par les élèves seront ensuite comparés et discutés pour en choisir un qui devra être fonctionnel et convenir à tout le monde. Un exemple de tableau est fourni par P3 dans sa préparation à propos duquel on peut dire qu'il n'est pas opérationnel car redondant voir comportant des informations incohérentes.

Proposition de tableau :

	Rythme respiratoire avant effort (/min)	Rythme respiratoire après effort (/min)	Rythme cardiaque avant effort (pulsations /min)	Rythme cardiaque après effort (pulsations /min))
Au repos				
Effort modéré				
Retour au repos				
Effort important				
Retour au repos				

Document 1. Tableau de recueil de données

On peut par exemple remarquer que deux colonnes sur les 4 proposées concernant les rythmes cardiaques et respiratoires sont inutiles ; le croisement des colonnes et de certaines lignes aboutissent alors à des informations discordantes.

1.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

La situation recherchée par P3, qui est celle d'une activité physique permettant de faire un lien entre manifestations cardiaque et respiratoire, ne semble pas *a priori* devoir poser de problème aux élèves. La réalisation d'un tableau de recueil des données pourrait paraître plus compliquée surtout si P3 guide les élèves vers une ou des propositions semblables à celle(s) produite(s) dans la fiche de préparation dont nous avons dit qu'elle comportait un certain nombre d'incohérences et induirait ainsi des erreurs au niveau des élèves.

Les difficultés dans la construction de l'outil de recueil des données sont liées à la présence de trois situations (peut être 4) : repos, effort et effort intense (retour au calme) qui obligent à une construction rigoureuse de l'outil de sorte à ce que celui-ci soit opérationnel. Les difficultés ne sont donc pas ici « simplement », pourrions-nous dire, d'ordre méthodologique mais surtout conceptuel, car la construction d'un tableau de recueil des données doit rendre compte d'une lecture aisée des mesures cardiaque et respiratoire pour ensuite pouvoir traiter les données, c'est-à-dire établir et comprendre les liens qui existent entre les données. La construction de cet outil est donc fortement articulée au cadre théorique initial qui est celui d'un lien que P3 veut rendre patent, entre des modifications physiologiques retenues et l'activité de l'organisme.

1.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

D'après la préparation de P3, la recherche de la situation mettant en jeu respiration et rythme cardiaque est poursuivie en collectif, tandis que la recherche d'un tableau de recueil des données est faite en petits groupes afin de produire des tableaux qui, ensuite affichés, seront soumis à des discussions et motiveront le choix argumenté de l'un d'entre eux. La discussion sur la pertinence des tableaux produits pourrait peut être prendre la forme d'un débat argumenté, tournant certes, autour de l'aspect visuel des tableaux produits, mais surtout autour de l'interrelation des informations structurant les tableaux et de la pertinence de ces informations.

1.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S1

On pourrait qualifier cette situation d'entrée émise en S1 de situation complexe qui pose d'emblée le problème de liens qui seront, vraisemblablement, par la suite, expliqués. L'étude de la circulation du sang dans ce cas est motivée par la nécessité de comprendre que le corps en situation d'effort consomme davantage d'éléments que le sang peut lui apporter. Cette séance inaugurale a également pour but de travailler à une forme de construction de recueil de données à traiter. L'hypothèse de départ étant celle d'un lien entre respiration et activité cardiaque, construire un outil de recueil de données se fait alors dans ce cadre théorique de lien possible entre deux fonctions au moins. En construisant cet outil méthodologique et en faisant ensuite un recueil de données, les élèves ont, nous semble-t-il, les moyens de saisir l'enjeu d'un recueil de données dans trois situations différentes (repos, effort modéré et effort intense) et le pourquoi de cet enjeu.

Au final, cette séance S1 se donne les moyens de bâtir un outil de recueil de données, à exploiter par la suite, afin de dégager des liens possibles entre des variations physiologiques et l'activité de l'organisme.

2. SÉANCE N°2. RECUEIL DE DONNÉES

La séance S2 est la mise à l'épreuve de l'outil précédemment construit de recueil des données.

2.1 Les savoirs en jeu

La séance S2, après un rappel de l'outil choisi en S1, est structurée en deux temps, sur la fiche de préparation de P3. D'abord le recueil des données dans trois situations : au repos, à l'effort modéré et lors d'un effort soutenu, pour faire place ensuite à l'interprétation des données. Deux types de savoirs sont donc travaillés. D'abord, il s'agit pour les élèves de distinguer sur soi le pouls de la respiration afin de collecter des données les plus justes possibles. Ensuite, les élèves devront mettre en œuvre des compétences d'analyse des données collectées afin de comprendre des liens possibles entre les variations physiologiques et l'activité physique.

2.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

La prise du pouls et du rythme respiratoire correspond à un travail individuel tandis que l'analyse des résultats se fera collectivement d'abord puis un travail différencié est proposé aux CM1, étayés par P3, qui doivent produire un graphique pendant que les CM2, en autonomie, doivent rédiger un texte explicatif. La tâche

proposée aux CM1 semble difficile, mais comme il est prévu que P3 ait une action d'aide vis-à-vis d'eux, la tâche ne semble pas insurmontable même si nous ne connaissons pas la nature de l'étayage que pourrait fournir P3 aux plus jeunes de ses élèves (peut-être une aide méthodologique pour la construction du graphique ?). Il est enfin possible que les textes produits par les CM2 soient un support pour l'élaboration d'une trace écrite qui clôturerait la séance S2.

2.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Nous avons déjà signalé des difficultés concernant la prise du pouls qui peut être confondu avec le rythme respiratoire. Ces difficultés peuvent donner lieu à une prise de données physiologiques inexactes et par voie de conséquence rendre le traitement des données inexploitable. Les deux moments de la séance étant fortement imbriqués et dépendants l'un de l'autre, le temps de la prise de mesures est extrêmement important. Dans le même temps, on peut penser que les élèves ont, au cours de leur scolarité, déjà pris leur pouls et que, par conséquent, cette mesure peut s'effectuer sans problème. D'autant que trois situations successives sont proposées et que donc le repérage du pouls et la distinction d'avec le rythme respiratoire peuvent ainsi être améliorés. Enfin, si le tableau choisi en S1 est correctement construit, la notation des mesures ne devrait pas faire souci.

2.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

Au cours de S2, la prise des mesures cardiaque et respiratoire est individuelle et prévue en extérieur sur un terrain de sport. C'est un travail en équipes de deux ou trois qui est prévu, lors du retour en classe, pour faire une première analyse des données. Si le premier temps de travail ne peut que se concevoir en individuel, la seconde phase de la séance pouvait être traitée de différentes façons et P3 fait le choix d'abord de différencier les tâches par niveau de classe et ensuite de travailler par petites unités. P3 considère donc qu'une analyse des données sera plus performante si les élèves, de niveaux différents, ont l'occasion d'échanger à propos de la nature des liens qui peuvent exister entre respiration, rythme cardiaque et effort de l'organisme. Enfin, P3 pose comme une nécessité d'apporter un étayage aux travaux des CM1, à qui la construction d'un graphique est demandée ; la tâche, difficile ici, demande une aide du maître ; en revanche, nous ne connaissons pas la nature de cet étayage.

2.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S2

Cette séance est articulée à la précédente à plus d'un titre. En effet, elle s'inscrit dans le cadre théorique d'une hypothèse d'un lien entre l'activité de l'organisme et une modification de certaines variables physiologiques. Ce lien tente d'être objectivé par une série de mesures dans plusieurs situations contrastées ; un travail d'analyse des données recueillies devant montrer la nature des liens existant entre variations physiologiques et activité physique. Cette séance ne se limite pas à prendre des mesures que l'on collecte dans un tableau et pour lesquelles on ferait une lecture mathématique simple. Cette mise en lien va au-delà d'une comparaison chiffrée. En effet dans la préparation de P3, une proposition de résultat attendu est formulée de la façon suivante : « *Ceci signifie, soit qu'il faut courir parce que la respiration et les battements cardiaques augmentent leur rythme (hypothèse non-retenue), soit c'est que parce qu'on court, qu'il faut respirer plus vite et avoir un pouls plus rapide.* ». C'est bien la nature des liens entre l'activité physique et les variations

physiologiques qui est interrogée et ce sont bien des liens de cause à effet qui sont questionnés.

3. SÉANCE N°3. EXPLOITATION DES DONNÉES

3.1 Les savoirs en jeu

La séance S3 est l'occasion de poser un premier lien entre respiration, activité cardiaque et effort de l'organisme. Lorsque l'effort augmente, le pouls et la respiration augmentent chacun leur rythme.

3.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

Deux tâches sont prévues en S3. D'abord un retour sur les données collectées en S2. La préparation de P3 affiche que deux tableaux seront proposés aux élèves : un collectif et un dit « de référence ». Ils servent de base de discussion dans une première phase de la séance, puis de support à l'analyse des données, ensuite. Le tableau collectif, d'après la fiche de préparation de P3, est un tableau recensant les mesures faites par les élèves en S2 et qui semble comporter un certain nombre d'erreurs qu'il s'agit d'éliminer ; c'est ce que P3 appelle des valeurs aberrantes qui seront retirées du tableau collectif, sans doute des mesures mal effectuées par les élèves au cours de S2. Le tableau de référence est un tableau non entaché d'erreurs et c'est sans doute pour cette raison qu'il est qualifié de « référence » ; nous le reproduisons ci-dessous.

	Au repos	Après un effort moyen	Après un effort intense
Rythme cardiaque (nb de battements/minute)	85	130	150
Rythme respiratoire (nb de respirations/minute)	12	50	120

Tableau. Rythmes cardiaque et respiratoire moyens d'un enfant de 12 ans

Ce tableau sert, selon la préparation de P3, à « vérifier la cohérence de nos résultats », à discuter des erreurs et de la « question de l'expérience au service de la science ». En fournissant ce document de référence, P3 propose une comparaison entre les mesures des élèves de cette classe et des mesures moyennes obtenues sur un grand nombre de relevés chez des enfants d'âge équivalent. L'intention de P3 est vraisemblablement de questionner les prises de mesure de ses élèves et par là même de questionner la pertinence des mesures, la manière dont celles-ci ont été prises, ainsi que l'exploitation qu'il est possible d'en faire, et la validité des conclusions que l'on peut être amené à formuler.

Dans un second temps, tous les élèves auront à construire un diagramme soit à partir du tableau de référence soit à partir des mesures obtenues en S2. C'est donc une reprise d'une tâche, préalablement proposée en séance S2, pour un groupe d'élèves,

les CM1, qui est proposée ici. Une aide méthodologique est prévue par P3 qui fournit ici « *une trame du diagramme* » à bâtir pour tous les élèves.

3.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Apparemment, cette séance S3 est censée discuter du statut de l'erreur et de la mesure afin de produire des résultats cohérents que l'on se chargera d'exploiter ensuite. Elle est donc clairement assise sur les mesures effectuées par les élèves en S2. D'après le travail de préparation de P3, les élèves doivent trier les données qui semblent aberrantes de celles qui semblent exploitables. De notre point de vue, ce qui peut faire difficulté ici, ce sont deux choses. D'abord, le fait que certains enfants qui ont effectué leur mesure soient obligés, dans un certain sens, à « abandonner » leurs mesures au prétexte qu'elles seraient erronées. Ensuite, des difficultés peuvent survenir, car les élèves ont peu d'éléments de comparaison pour décider si une mesure est fiable ou non. Comme P3 propose un tableau de référence, il est possible que celui-ci soit utilisé précisément comme un élément de comparaison avec les mesures effectuées sur le terrain par les élèves ; cependant la fiche de préparation ne prévoit de présenter le tableau de référence qu'en fin de première phase de séance ; cette situation dans la progression nous fait dire que plus qu'un élément de comparaison c'est un outil de discussion à propos de ce que peut être un résultat exploitable, une mesure, la validité des mesures et également ce qu'est une moyenne, comment elle peut être obtenue et ce qu'elle représente par rapport aux mesures individuelles prises par les élèves à la séance S2.

Enfin, le travail de mise en forme des résultats sous forme de diagramme risque poser un problème méthodologique, qui avait déjà été souligné auparavant, mais comme la préparation de P3 prévoit de fournir une trame aux élèves avec les échelles notées et distinctes entre rythme respiratoire et rythme cardiaque, le travail consiste alors en un simple repérage afin de situer des coordonnées sur le document : le travail ne présente plus alors de difficulté. Ce qui sera intéressant sera la lecture du graphique obtenu, ce que nous verrons au cours de l'analyse *in situ*.

3.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

Au cours de cette préparation de séance on peut voir une alternance entre deux moments. Un moment collectif, où sont discutées les mesures obtenues par les élèves en S2 ; ce travail collectif se justifie par une mise en question des mesures et une comparaison des mesures entre elles. Ensuite, un travail individuel est prévu pour que chaque élève produise un graphique. Cette alternance est justifiée par les types de tâches demandées aux élèves.

3.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S3 et du groupe S1-S2-S3

La séance S3 a pour objectif de rediscuter les résultats mis en forme, d'abord sous forme de tableau, puis sous forme d'un graphique. La première partie de la séance S3 est là pour revenir dans un mouvement réflexif sur le type de données recueillies, sur les modalités de recueil des données, et enfin sur la pertinence de ces données. On pourrait dire ici qu'il s'agit d'une séance, dont une partie est axée sur un aspect de la nature de la science et sur la manière dont on peut produire des résultats scientifiques, y compris à l'échelle modeste d'une classe d'élèves qui prend alors le statut d'une petite communauté non pas de chercheurs mais d'une communauté scolaire qui s'emploie à réfléchir sur les modalités de recueil de données, qui recueille

vraiment des données et les discute. Ce serait une référence à des pratiques de scientifiques qui seraient transposés dans ce cas et qui alimenteraient le choix de ce groupe de séances proposées par P3.

La seconde partie de la séance S3 porte sur la traduction des données en graphique, soit une forme de réduction des données, puis vient le temps de l'exploitation des données c'est-à-dire l'objectivation d'un lien entre l'augmentation de l'intensité de l'activité physique et l'augmentation de variables physiologiques (pouls et rythme respiratoire). On aurait ici aussi une transposition, modeste mais réelle, de pratiques de chercheur qui construit ses propres données à exploiter.

Il reste à interroger la cohérence globale de cet enchaînement de situations, depuis S1 jusqu'à S3. En effet, P3 demande aux élèves, en S3, d'éliminer des valeurs aberrantes mais nous avons vu que l'élimination ne se fait pas par rapport à une valeur de référence (tableau de référence utilisée tardivement dans la séance). On peut donc dire que, pour éliminer des valeurs aberrantes, il faut pouvoir disposer d'un modèle implicite sollicité ici pour écarter ou non des données. La question que l'on est en droit de se poser est : est-ce que S3 sert à construire un modèle explicatif d'un lien entre rythme cardiaque, rythme respiratoire et effort fourni ou bien est-ce que S3 est une séance dans laquelle on utilise le modèle qui fait du lien entre les variations physiologiques et l'effort fourni ?

La séance S1 part finalement d'un postulat ; celui d'un lien entre deux fonctions physiologiques (respiratoire et cardiaque) et l'activité physique fournie par l'organisme. S2 tente d'objectiver ce postulat par la mesure et le propos de S3 est de dire que ce lien postulé existe. On pourrait ainsi formuler que ces séances constituent un ensemble tautologique au sens où l'on part d'un postulat et que l'on arrive à la conclusion que ce postulat existe, en ayant fait mine de l'objectiver par une série de mesures qui auraient pour fonction de rendre « scientifique » ou « objectif » l'ensemble. L'ensemble est basé sur un implicite, celui d'un lien entre deux fonctions et l'activité de l'organisme, jamais explicité sur le groupe des trois séances, mais avec la volonté de le rendre explicite, par la suite, nous allons le voir. En effet, en prenant appui sur ce groupe de séances, la suite de la préparation de P3 engage les élèves vers la résolution d'une question relative au pourquoi de la variation du rythme cardiaque, c'est-à-dire rendre plus explicite une partie des liens utilisés précédemment.

4. SÉANCE N°4. POURQUOI MON CŒUR BAT-IL PLUS VITE LORSQUE JE FAIS UN EFFORT ?

4.1 Les savoirs en jeu

Dans cette séance S4, il s'agit de faire un lien définitif entre la variation du rythme cardiaque et l'effort fourni par l'organisme et ainsi comprendre qu'au cours d'un effort, les muscles consomment davantage d'énergie ; cette énergie est produite grâce aux nutriments et au dioxygène transportés par le sang jusqu'aux muscles en activité. Rythmes respiratoire et cardiaque augmentent pour subvenir à ces nouvelles exigences énergétiques.

Les apports en dioxygène et en nutriments sont véhiculés par le sang ; le débit sanguin augmente au niveau des muscles qui consomment de l'énergie supplémentaire en situation d'effort. Cette variation permet d'adapter les échanges en fonction des besoins de l'organisme. L'effort physique sera donc accompagné d'une augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire (et aussi de la température corporelle) ; une

partie de l'énergie produite, par oxydation des nutriments, servant à la contraction musculaire et l'autre partie étant dissipée sous forme de chaleur. Ainsi la fréquence ventilatoire¹²⁶ et le volume courant¹²⁷ augmentant, le débit ventilatoire¹²⁸ s'accroît aussi. La fréquence cardiaque¹²⁹ et le volume d'éjection systolique¹³⁰ augmentant, le débit cardiaque¹³¹ augmente. L'augmentation de l'activité cardiaque à l'effort permet dans le même temps une augmentation du débit du sang vers les poumons et les muscles.

La répartition du débit sanguin entre les organes peut être modifiée au cours de l'effort physique : les muscles reçoivent beaucoup plus de sang au détriment d'autres organes qui voient leur débit sanguin évoluer dans le sens d'une diminution.

Au final, le couplage des modifications au niveau respiratoire, sanguin et cardiaque permet un approvisionnement conséquent de dioxygène et de nutriments aux muscles lors de l'effort physique ; les nouveaux besoins énergétiques sont alors couverts.

4.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

Cette séance, selon la préparation fournie, est essentiellement documentaire dans un premier temps, car les élèves ont à tirer des informations d'une série de trois documents que nous reproduisons ci-dessous :

- Les besoins des muscles
- Débit sanguin au repos et pendant une activité physique
- Comment l'oxygène arrive dans le sang

L'analyse des documents doit se faire en ayant présente à l'esprit la question éponyme de la séance. Cette recherche documentaire est ensuite utilisée pour produire une trace écrite résumant l'ensemble des acquis après ce travail documentaire.

Le second temps de la séance doit permettre aux élèves de faire part de ce qu'ils ont compris des relations entre cœur, respiration et muscle afin de produire, individuellement, un schéma censé résumer les relations entre ces éléments.

Reprenons plus en détail les deux groupes de tâches prévus.

Tâche n°1 : analyse documentaire et production de la trace écrite

Au cours de l'entretien ante S4, l'origine des documents fournis est précisée par P3 : « *c'est un truc que j'ai bidouillé alors je sais pas ce qui se passe là encore ou alors c'est moi qui suis en dehors des clous mais je trouve pas de document, ce sont des documents que j'ai puisé dans des ressources notamment de collègue* ». Le premier document livré aux élèves s'intitule « Les besoins des muscles ».

¹²⁶ Fréquence des cycles inspirations/expirations en nombre de ventilations (une inspiration + une expiration consécutive) par minute.

¹²⁷ Volume d'air renouvelé dans les poumons à chaque ventilation (exprimé en litres).

¹²⁸ Volume d'air circulant dans les poumons par unité de temps (en litres /mn) ; c'est le produit du volume courant par la fréquence respiratoire.

¹²⁹ Fréquence des cycles cardiaques en battements par minute.

¹³⁰ Volume de sang éjecté par le cœur au cours de chaque systole ventriculaire

¹³¹ Volume de sang éjecté par le cœur dans les artères par unité de temps (en litres /mn).

Les besoins des muscles

Le muscle a besoin de glucose et de dioxygène ; il rejette du dioxyde de carbone.

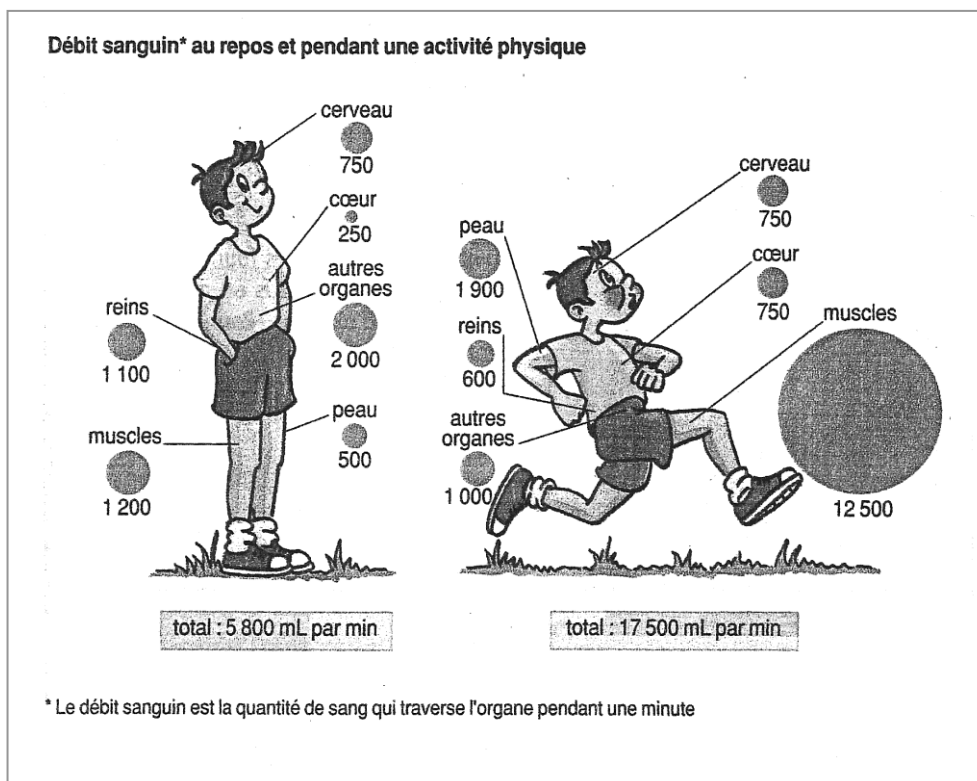
Plus le muscle est actif, plus il consomme du dioxygène et du glucose et rejette du dioxyde de carbone. Pour que ces échanges entre le sang et les muscles augmentent, le débit sanguin doit augmenter au niveau des muscles.

L'augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire permet d'apporter beaucoup plus de dioxygène et de glucose et de façon plus rapide.

Dans les muscles, une réaction chimique entre le dioxygène et les nutriments (glucose) libère de l'énergie dont une partie est utilisée par les muscles pour leur fonctionnement alors que l'autre est transformée en chaleur et évacuée par la peau :



On y apprend que le muscle consomme du dioxygène et des nutriments, dont le glucose, et qu'il rejette des déchets, que la consommation d'O₂ et de nutriments augmente lorsque le muscle est actif, au cours d'un effort, par exemple. Il faut dans ce cas lui apporter les éléments qu'il consomme en plus grande quantité ; c'est le rôle du sang de faire parvenir aux muscles ces éléments ; le débit sanguin augmente alors. A la suite de ce premier document, les élèves disposent de dessins figurant précisément les débits sanguins dans quelques organes du corps au repos et lors d'une activité physique.



Au cours d'une activité physique, le débit sanguin augmente d'une façon globale dans l'organisme et plus particulièrement dans les muscles. On peut y lire des variations dans l'irrigation de tous les organes entre le repos et l'effort sauf pour le

cerveau pour lequel le débit sanguin ne varie pas quelle que soit l'activité physique pratiquée.

Enfin, ces deux premiers documents livrent une information majeure quand il est expliqué qu'une réaction chimique a lieu dans le muscle entre le glucose et le dioxygène et que cette réaction est libératrice d'énergie, de chaleur, de CO₂ et d'eau. Le tout est résumé sous la forme d'une équation chimique. Cette dernière partie du document est vraisemblablement hors de propos pour un cycle 3, quoique P3 module ce jugement au cours de l'entretien ante S4 « *la réaction, on va pas s'en resservir de cette réaction mais je la trouve intéressante parce qu'elle ... fait le lien entre les nutriments, le glucose et on a déjà parlé de tout ça dans notre séquence sur l'alimentation* » et du coup « *même si elle est pas de leur niveau* », « *enfin elle est pas de leur niveau, oui et non, elle est pas de leur niveau en termes d'apprentissage de la formule, mais elle leur permet de comprendre les choses, je trouve, c'est à dire que c'est l'association de l'oxygène et du glucose, des nutriments, puisque jusqu'à présent on en a parlé en ces termes-là* », qui « *donne de l'énergie* ».

Nous rappelons que les élèves doivent en lisant ce document repérer des informations pertinentes pour répondre à la question de départ qui est : pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ? Les élèves ont la possibilité de répondre à cette question à l'aide des informations contenues dans cette partie de document, notamment en formulant que le débit sanguin doit augmenter pour approvisionner les muscles en activité et arriver peut être à l'hypothèse que c'est le cœur qui met le sang en mouvement et que pour apporter davantage de sang aux muscles par unité de temps, le cœur devrait battre plus vite.

La fiche photocopiée dont les élèves disposent se continue par un court texte intitulé : « Comment l'oxygène arrive dans le sang ».

Comment l'oxygène arrive dans le sang

- Au repos, tout ton sang passe dans tes poumons en une minute. Lorsque ton sang passe dans tes poumons, il se charge en oxygène prélevé dans l'air.
- Les poumons sont constitués de 200 millions de petites poches : les alvéoles pulmonaires. Toutes dépliées, elles mesurent la même surface qu'un terrain de tennis ! Ces alvéoles sont entourées de multitudes de très petits tuyaux : les capillaires sanguins. L'air arrive dans les poumons lorsque tu inspires et passe par les alvéoles pour arriver dans le sang.
- Le sang transporte l'oxygène dans tout le corps et jusqu'au bout de tes doigts.

Il s'agit d'un texte qui reprend des informations déjà acquises à propos de la respiration¹³² et met définitivement en lien la respiration avec la circulation sanguine puisque on y lit que le dioxygène de l'air passe dans le sang *via* les capillaires sanguins et que le dioxygène est transporté à tout le corps par l'intermédiaire du sang.

La réponse à la question posée, et que les élèves doivent produire, est donc, que le sang apporte des éléments que les muscles consomment, et que le débit sanguin, au niveau des muscles, augmente en situation d'effort, précisément pour subvenir à ces besoins accrus. On peut ensuite faire l'hypothèse que si le débit sanguin augmente, c'est parce que le cœur bat aussi plus vite pour faire circuler le sang qui

¹³² Un travail sur la respiration a immédiatement précédé, dans cette classe, cette séquence analysée pour la recherche

apporte le dioxygène nécessaire aux muscles en activité. Ce dioxygène est prélevé dans l'air inspiré. On peut donc estimer que les élèves ont l'opportunité de trouver des éléments susceptibles d'expliquer l'augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire, puisque, d'après les documents, celle-ci permettrait un apport d'O₂ et de nutriments accru.

Un texte, rédigé à l'issue de l'analyse documentaire précisée ci-dessus, pourrait prendre la forme anticipée ci-dessous, selon la préparation de P3 : « Pour fonctionner, mes muscles ont besoin de dioxygène et de nutriments, notamment du glucose. Ces éléments sont transportés par le sang. Quand je fais un effort, ces besoins augmentent. Donc, le sang doit circuler plus vite et donc, mon cœur bat plus vite. De même, le rythme de ma respiration augmente également, pour subvenir aux besoins des muscles » (Extrait de la fiche de préparation de P3).

La deuxième phase prévue de la séance enchaîne sur la réalisation d'un schéma.

Tâche n°2. Réalisation d'un schéma

A l'aide des documents précédents et d'un texte rédigé à l'issue de l'analyse documentaire effectuée, P3 demande aux élèves, si l'on en croit sa fiche de préparation, de réaliser un schéma.

Ce schéma demandé par P3 est censé, selon nous, témoigner des liens entre dioxygène, nutriments, sang et respiration. Peut-être faut-il entendre par là, une mise en lien entre cœur –respiration et digestion ? La fiche de préparation précisant « *le schéma représente la réalité mais ne cherche pas à être une photographie de notre intérieur* ». Cette tâche pourrait être une autre façon de saisir ce que les élèves ont compris des textes précédents ; la tâche n'introduit pas de nouveaux savoirs mais une présentation différente, sous forme schématique, des liens entre les fonctions respiratoire, peut être digestive et enfin cardiaque. La forme est certes différente mais pose quand même de notre point de vue des difficultés semblables que nous développons ci-après.

4.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

La notion de débit sanguin (deuxième document proposé dans cette séance S3) est sans doute difficile à faire passer auprès d'élèves de cycle 3. Mais cela semble bien peu en regard du niveau de savoir exigé dans l'analyse documentaire, dans son ensemble. Faire le lien, entre le fonctionnement musculaire et le besoin d'énergie pour assurer la contraction musculaire est ce que l'on peut appeler un niveau de savoir difficile pour des élèves de CM1-CM2 ; il faut en effet comprendre que le glucose subit une oxydation dans les muscles, grâce au dioxygène, en libérant une forme d'énergie, utilisable pour le mouvement. Ceci suppose en outre de comprendre ce fonctionnement pour un muscle sans activité particulière (dépense de métabolisme) avant de chercher à comprendre les modifications qui accompagnent un effort physique. La lecture des documents fournis par P3 permet de mettre en relation le débit sanguin au niveau des organes du corps, l'apport de dioxygène et de nutriments aux mêmes organes et donc des apports augmentés aux organes dans le cas d'une situation d'effort physique. Ces corrélations ne suffisent pas à produire une explication, cependant elles représentent une étape obligée.

L'explication est peut-être davantage sollicitée lors de la production du schéma demandé à la suite aux élèves. Nous n'avons pas d'autres éléments à ce stade pour confirmer ou non cette hypothèse ; l'analyse *in situ* nous le dira. Un débat autour des schémas produits individuellement peut, précisément, être l'occasion de construire des explications collectivement à propos du fonctionnement normal d'un muscle et des modifications qui interviennent au cours d'une activité physique.

4.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

L'ensemble de la séance, soit les deux tâches, est conçue autour d'activités individuelles, que ce soit la lecture documentaire ou la réalisation des schémas. Ces deux temps sont encadrés par des mises en commun collectives qui ont pour fonction, sans doute, de fixer les savoirs nouveaux et complexes, nous l'avons vu, au cours de la recherche documentaire, par une trace écrite d'abord, et sans doute aussi au cours d'un temps qui consiste à expliquer les liens entre les différentes fonctions de nutrition par un schéma synthétique.

4.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S4

La séance S4 est une séance basée sur une analyse documentaire mobilisant des savoirs complexes pour des élèves de cycle 3. On y apprend que le cœur bat plus vite au cours d'un effort pour apporter nutriments et dioxygène dont les muscles en activité consomment de grandes quantités, que la répartition du débit sanguin entre les organes peut être modifiée au cours de l'effort physique ; les muscles reçoivent beaucoup plus de sang au détriment d'autres organes qui voient leur débit sanguin évoluer dans le sens d'une diminution. On y apprend également que le dioxygène et les nutriments produisent de l'énergie nécessaire à l'activité musculaire et qu'une partie de l'énergie produite, par oxydation des nutriments, sert à la contraction musculaire tandis que l'autre partie est dissipée sous forme de chaleur. Les fréquences ventilatoire et cardiaque augmentant à l'effort, le débit cardiaque augmente. Cette augmentation à l'effort permet dans le même temps une augmentation du débit du sang vers les poumons et les muscles.

Cette séance, charriant des contenus d'une grande complexité pour le public visé, peut fournir des éléments d'explication de l'adaptation de certaines fonctions de l'organisme à l'effort. Dans la conception de la séquence par P3, cette séance S4, est préparatoire à l'étude de la circulation proprement dite qui est abordée à partir de S5, et ce choix élimine, de fait, une autre possibilité, comme le précise P3 au cours de l'entretien ante S5 : « *on va abandonner la partie étude du muscle car ce n'est pas notre propos, nous ce qu'on veut c'est le sang, le cœur et la circulation sanguine* », que nous envisageons maintenant.

5. SÉANCE N°5. ÉTUDE DE LA PETITE ET DE LA GRANDE CIRCULATION DANS LE CORPS

5.1 Les savoirs en jeu

Dans une première phase, il est prévu de faire des schémas à partir du texte de la trace écrite de S4. Il s'agit d'une reprise : les savoirs mobilisés sont donc les mêmes que ceux que nous avons présentés en S4, tâche n°2, à savoir que le couplage des modifications au niveau respiratoire, sanguin et cardiaque permet un

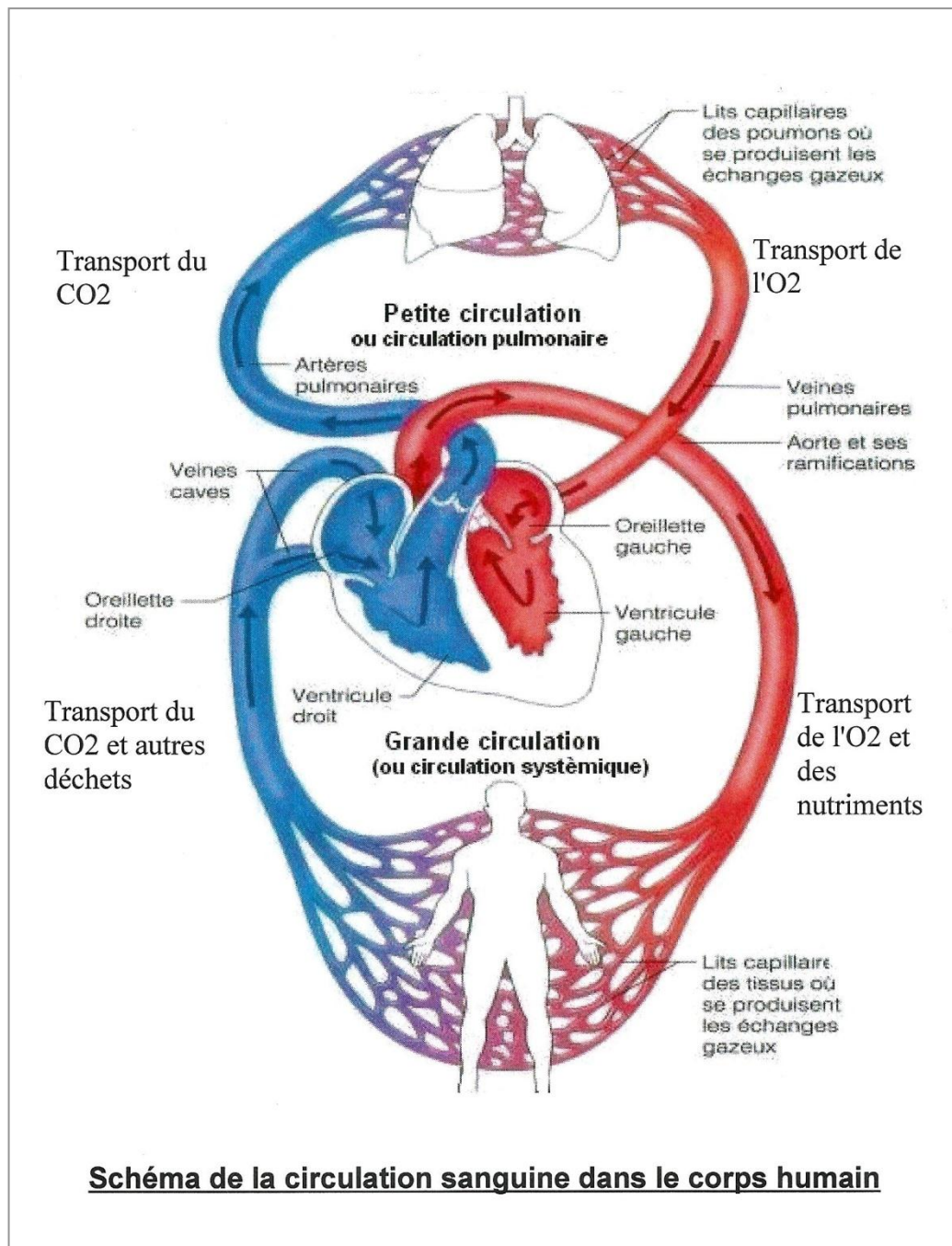
approvisionnement conséquent de dioxygène et de nutriments aux muscles lors de l'effort physique. Cependant, un doute subsiste car, lors de l'entretien ante S5, P3 hésite encore à faire pratiquer aux élèves, cette étape de la recherche de liens entre les fonctions physiologiques (respiration et fonction cardiaque) à travers la réalisation d'un schéma, et cela par manque de temps : « *la réalisation d'un schéma c'est vrai que c'est important mais bon, ça ralentit le mouvement on va pas y arriver* ».

Dans une seconde phase, c'est un schéma canonique de la circulation sanguine qui est mis à l'étude ; les savoirs en jeu sont alors ceux relatifs à la grande circulation ou circulation sanguine générale (circulation systémique) et ceux relatifs à la petite circulation ou circulation pulmonaire. C'est donc le concept d'échanges entre ce qu'apporte le sang aux organes et ce que ceux-ci lui rétrocèdent qui est en jeu ici, mais aussi ce que le sang apporte au niveau des alvéoles pulmonaires (le CO₂) et ce qu'il y récupère (le dioxygène). Il s'agit donc d'identifier deux zones d'échanges fondamentales : au niveau des capillaires pulmonaires et au niveau des capillaires de tous les organes.

5.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

La tâche n°1 est donc semblable à la tâche n°2 « réalisation d'un schéma » de la séance S4. Nous renvoyons le lecteur quelques lignes au-dessus pour cette analyse. En substance, nous pouvons dire que les élèves, à ce stade de la séquence, et pour réaliser leur schéma, ont la possibilité de faire deux liens. D'abord, entre le sang enrichi en O₂ qui vient des poumons et qui peut aller au muscle. Ensuite, ils possèdent également l'idée que le sang sortant des muscles est chargé de déchets et qu'une partie des déchets (le CO₂) est éliminé au niveau des poumons et donc ils peuvent produire un lien, *via* leur schéma, entre le muscle et les poumons. Ils peuvent produire éventuellement un lien entre les nutriments, venant de l'intestin, et le muscle, par l'intermédiaire du sang. Ont-ils la possibilité de schématiser la présence du cœur ? À quel endroit sur ces parcours ?

La tâche n°2 est conçue comme la découverte d'un schéma global de la circulation sanguine dans le corps humain. Après avoir rapidement pris connaissance individuellement de ce schéma, il est prévu d'en discuter et de l'expliquer collectivement. Ce schéma prévu est un schéma classique centré sur le cœur dont on voit les quatre cavités ; au-dessus sont figurés les poumons tandis qu'au-dessous, une silhouette humaine accompagne le figuré des capillaires des organes. Le schéma, qu'il est prévu de distribuer, est en couleur avec les couleurs conventionnelles, la signification des couleurs a été complétée par quatre éléments explicatifs dans le schéma : transport de l'O₂ et des nutriments pour ce qui est figuré en rouge et transport du CO₂ et des autres déchets pour ce qui est figuré en bleu.



Il est précisé dans la préparation de P3, qu'à l'issue de commentaires, de discussions et d'explications à propos de ce schéma, il est nécessaire d' « *étendre les explications du schéma par rapport au muscle, à tous les organes* ». On entre donc dans une phase de généralisation ; la circulation sanguine est chargée d'apporter des éléments fournissant de l'énergie non seulement aux muscles, comme on l'a vu en S4, mais aussi à tous les organes du corps. La situation « adaptation de l'organisme à l'effort » semble être arrivée à son terme et il s'agit maintenant de proposer un élargissement, depuis le fonctionnement des muscles en activité, au fonctionnement de l'organisme entier.

Une dernière phase conclut cette séance S5 ; il s'agit de l'élaboration d'une trace écrite axée autour de l'approvisionnement, des muscles et des organes en

général, en O₂ et nutriments et du rejet des déchets produits par le fonctionnement des organes.

5.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Nous ne revenons pas sur les difficultés posées par la tâche n°1 dont nous avons discuté dans l'analyse de la séance précédente et auquel nous renvoyons le lecteur. Nous complétons cependant l'analyse par les éléments suivants, sachant désormais que ce qui fait suite à la production d'une recherche de liens, sous forme schématique, entre cœur- muscle et poumons, est le schéma général de la circulation sanguine.

Bien sûr nous ne pouvons préjuger des productions enfantines mais on peut sans trop se tromper faire le pari que ce qu'ils produiront sera de toute manière très éloigné du schéma canonique fourni ici. L'idée, nous semble-t-il, n'est pas de leur faire produire un schéma qui corresponde aux normes mais plutôt de les faire travailler sur les nécessités qui président à la réalisation de ce schéma, c'est-à-dire sur les liens obligés entre poumons et cœur et entre cœur et muscles ou organes, et d'un retour des organes vers le cœur puis les poumons. La phase de production individuelle de schémas, à partir de ce que les élèves ont compris du dossier documentaire, est donc une phase que nous trouvons dans le cadre de cette analyse *a priori* particulièrement pertinente et intéressante à analyser pour P3, en termes de nécessités trouvées par les élèves pour bâtir tout ou partie d'un schéma cohérent. Par exemple, on pourra utilement interroger dans les productions enfantines la conception d'un circuit de distribution sanguine, fermé ou non, de sens unique de transport, de ramification des systèmes distributifs, etc.

A ce moment de l'analyse *a priori*, nous trouvons donc que le schéma canonique, fourni par la suite aux élèves, est à concevoir comme le résultat d'une confrontation de recherches individuelles et d'une mise au point collective pour bâtir quelques éléments relatifs à la circulation sanguine.

La seconde tâche est axée autour de la lecture de ce schéma général de la circulation sanguine. Il nous semble, au vu des préparations, que cette lecture commentée doit être adossée aux schémas précédents produits par les élèves au cours de la tâche n°1. Les difficultés présentes dans ce schéma général de la circulation sanguine portent sur la lecture des codes couleur, sur la présence d'un cœur dont les cavités sont représentées ainsi que les 4 contacts principaux (vaisseaux arrivant ou partant du cœur). La lecture commentée de ce schéma pourra expliquer les spécificités du cœur. En effet, d'un point de vue anatomique, le cloisonnement du cœur et le fonctionnement des valves cardiaques permettent une circulation sanguine à sens unique dans la circulation pulmonaire et dans la circulation générale, c'est pourquoi est représentée, sur ce schéma, une double circulation en série. Dans la circulation sanguine générale, le sang circule simultanément dans tous les organes du corps par le dispositif anatomique d'une circulation en parallèle ; c'est sans doute ce qui est signifié par la silhouette humaine représentée en bas du schéma livré à l'étude, et où l'on peut lire en légende « lits capillaires des tissus où se produisent les échanges gazeux ». Cette légende est l'occasion de relever un obstacle supplémentaire : le concept d'échanges à travers les capillaires. Nous avons vu l'obstacle « tuyau continu à paroi imperméable » responsable de la difficulté à concevoir des lieux d'échanges liés à la perméabilité des capillaires. Cet obstacle de la perméabilité est doublé au niveau des capillaires des organes et au niveau des capillaires pulmonaires.

5.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

La phase de recherche de schémas explicatifs des relations entre cœur, poumons et muscle se déroule en groupes sans doute pour favoriser un meilleur échange entre les propositions et argumentation des élèves. La discussion des schémas produits se fait en collectif. Le schéma de la double circulation sanguine est également commenté en collectif après une phase de lecture en individuel. La phase d'analyse collective du schéma canonique de la circulation sanguine est suivie d'une trace écrite élaborée elle aussi collectivement. Il semblerait qu'il y ait, par ces formes de travail, la volonté de faire avancer toute la classe vers la production de savoirs communs, en l'occurrence, le système de distribution du sang à tous les organes du corps avec un passage obligé du sang aux poumons en reconnaissant aux deux zones d'échanges capillaires des fonctions fondamentales.

5.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S5

Après avoir envisagé en S4 les besoins des muscles en dioxygène et en nutriments apportés par le sang, S5 fait réfléchir les élèves sur les liens possibles entre les lieux de prélèvement du dioxygène et les lieux d'utilisation que sont les organes. Il est donc entrepris, dans cette séance, une généralisation de ce qui se passe au niveau du muscle à ce qui se passe à tout l'organisme. C'est dans cette séance qu'est donné à voir un aperçu général de la circulation sanguine dans le corps mais aussi qu'est donné à voir une première représentation du cœur avec ses quatre cavités et ses quatre contacts principaux. C'est ainsi une manière d'introduire le besoin de s'intéresser de façon plus approfondie à l'anatomie cardiaque avec le cloisonnement du cœur et le fonctionnement des valves cardiaques permettant une circulation sanguine à sens unique. C'est ce qui est proposé en S6.

6. SÉANCE N°6. ÉTUDE DE LA PETITE ET DE LA GRANDE CIRCULATION DANS LE CORPS (SUITE) ET L'ANATOMIE DU CŒUR

6.1 Les savoirs en jeu

Au cours de la phase 1 de cette séance, les savoirs mobilisés sont ceux relatifs à la grande circulation en spécifiant que le cœur envoie le sang dans tout l'organisme par l'artère aorte pour distribuer dioxygène et nutriments aux organes, ensuite le sang ramène le CO₂ produits par les organes jusqu'au cœur. Relativement à la petite circulation, la compréhension porte sur le trajet du sang chargé en CO₂ vers les poumons et un retour de sang oxygéné vers le cœur.

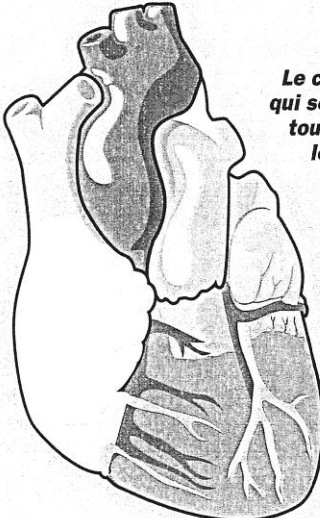
Une seconde phase de la séance est consacrée à l'étude de l'anatomie du cœur ; les savoirs en jeu sont alors que le cœur est cloisonné en deux parties dans lesquelles les sangs oxygéné, transitant dans la partie gauche du cœur, et chargé de CO₂, transitant dans la partie droite du cœur, ne se mélangent pas. Chaque partie du cœur comprend une oreillette et un ventricule.

6.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

Au cours de la première phase de la séance, une trace écrite est élaborée : il s'agit donc de repartir du schéma de la double circulation sanguine (étudié en S5) afin de produire un écrit reprenant les savoirs en jeu énoncés ci-dessus, en précisant

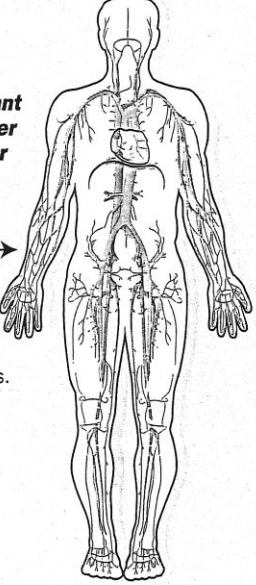
comme cela est indiqué dans la préparation de P3 que, une fois décrit le circuit en série du sang dans le corps, « le cycle recommence ».

Au cours de la seconde phase de la séance S6, c'est l'anatomie du cœur qui est mise à l'étude. Pour cela, un document est proposé, reproduit ici :



Le cœur

Le cœur est un "paquet" de muscles gorgé de sang qui se contracte en moyenne 70 fois par minute durant toute la vie. Ces contractions permettent de pomper le sang et de le propulser dans tout le corps pour y acheminer l'oxygène indispensable à la vie.

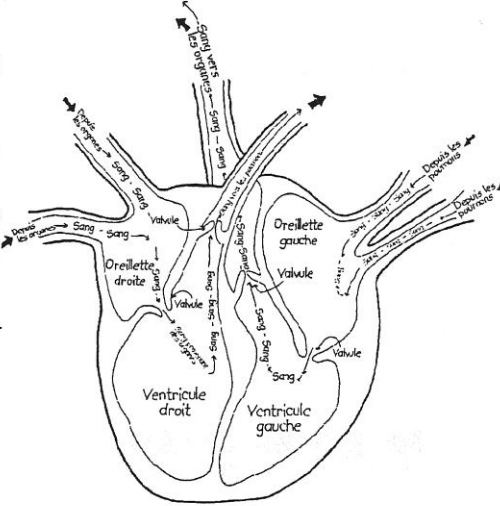


Les deux pompes

Le cœur est composé de deux pompes séparées par une cloison et situées côte à côte. Elles sont chacune dotées de deux chambres : une oreillette en haut et un ventricule en bas.
La pompe de droite envoie du sang dans les poumons pour y récupérer l'oxygène indispensable aux cellules.
La pompe de gauche envoie le sang riche en oxygène dans tout le corps.
Puis le sang appauvri en oxygène retourne à la pompe de droite et reprend le circuit de la circulation sanguine.

Les veines et les artères

Le sang circule grâce à des canaux plus ou moins importants appelés veines ou artères. Le sang arrive dans le cœur par les veines. À l'inverse, il est expulsé du cœur pour être propulsé dans le reste du corps par les artères.



L'oreillette droite

Elle reçoit le sang pauvre en oxygène de la veine cave et l'envoie dans le ventricule droit.

L'oreillette gauche

Le sang qui s'est rempli d'oxygène au contact des poumons arrive dans l'oreillette gauche en passant par les veines pulmonaires. De là, il est envoyé dans le ventricule gauche.

Le ventricule droit

Il reçoit le sang de l'oreillette droite et l'envoie ensuite dans les poumons pour qu'il se remplisse d'oxygène par la voie des deux artères pulmonaires.

Le ventricule gauche

Il reçoit le sang de l'oreillette gauche et l'envoie dans le corps via l'aorte.

Se contracter :
se serrer, se raidir.
Oxygène :
gaz que l'on respire dans l'air et qui permet de libérer de l'énergie pour faire fonctionner les diverses parties du corps humain.
Valvule (ici) :
membrane qui sert de séparation.

ART PRESSE

Ce document donne des informations précises sur l'anatomie cardiaque mais aussi sur le rôle du cœur considéré comme une pompe mettant le sang en mouvement dans un sens de circulation unique. Ce sens unique de circulation à l'intérieur du cœur est d'ailleurs précisément figuré par des flèches sur le document fourni aux élèves. Le traitement de ce document est le suivant : d'abord une lecture individuelle avant des explications collectives, menant à un écrit collectif devenant la trace écrite de la séance.

175

6.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

Cette séance est construite autour de la réalisation de traces écrites qui décrivent d'une part la double circulation sanguine et d'autre part l'anatomie cardiaque. Les obstacles que peuvent rencontrer les élèves sont des difficultés que nous avons déjà, et en d'autres occasions (analyse *a priori* des travaux de la classe n°1, par exemple), listées ; il s'agit de la compréhension d'un système circulant, à sens unique, fermé et mis en mouvement par le cœur.

Engager un travail sur l'anatomie cardiaque en privilégiant un centrage sur la cloison inter-ventriculaire peut permettre, en comprenant aussi la circulation au niveau du cœur, de mieux comprendre la circulation au niveau du corps et d'asseoir des connaissances déjà fréquentées par la lecture du schéma global de la circulation sanguine. En fait, ici, ce n'est pas la connaissance de l'anatomie cardiaque, et son cloisonnement en deux demi-cœurs, qui permet d'entrer dans la compréhension de la circulation sanguine mais la démarche est bien l'inverse ; on part de la circulation sanguine dans le corps, puis on focalise sur l'anatomie cardiaque, pour saisir l'impossibilité d'un autre fonctionnement que celui vu, d'une autre circulation du sang, dans un autre sens.

6.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

Cette séance se présente comme un temps de structuration où les phases écrites sont des moments importants pour la conceptualisation. Il y a donc des temps de prise d'informations individuel alternant avec des temps collectifs de mise en forme des acquis par des travaux écrits menés en collectif. On ne note pas dans la préparation de P3 de travaux de groupes ou d'échanges entre pairs. Cela ne signifie pas que ces échanges ne sont pas présents.

6.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S6

La séance S6 est ainsi une séance qui s'appuie sur un descriptif précis de la circulation sanguine générale avant d'aborder l'anatomie du cœur. Ce choix est assumé par P3 : « *j'ai fait ce choix-là, la théorie et ensuite le cœur j'ai pensé que plus ils auraient d'éléments théoriques plus ils profiteraient de la dissection* » (entretien ante S7). C'est une séance qui apparaît très dense en savoirs, comme c'est le cas depuis la séance S4, et qui demande un gros effort de conceptualisation de la part des élèves, comme le dit P3 « *ça demande une telle conceptualisation pour entrer dans la réalité du vivant et c'est tellement complexe que ça demande une sacrée gymnastique de l'esprit* » (entretien ante S7). Il est clairement indiqué ici par P3 que les observations (en l'occurrence ici l'observation d'une dissection) ne se fait pas en dehors d'un cadre théorique ; celui-ci semble nécessaire à la compréhension de l'objet sous observation. Comme cela est donc annoncé, la dernière séance de cette séquence soumise à la recherche, est consacrée à l'étude du cœur.

7. SÉANCE N°7. L'ANATOMIE CARDIAQUE (SUITE ET FIN)

7.1 Les savoirs en jeu

Les savoirs mobilisés dans cette séance sont bien sûr ceux permettant de connaître l'anatomie cardiaque sans doute aussi au service de la compréhension de la circulation du sang dans le cœur et dans le corps. Identifier les deux parties, droite et

gauche, du cœur avec les oreillettes et ventricules et la qualité des sangs circulant dans chaque partie est un savoir en jeu, ainsi qu'identifier les 4 contacts principaux du cœur (les deux artères, aorte et pulmonaire et les deux veines, pulmonaires et cave).

7.2 Les tâches prévues pour les élèves et les supports des tâches

C'est le document que nous avons décrit précédemment en S6 qui est le premier support de travail pour les élèves. Ils en ont déjà pris connaissance en S6 et il leur a été demandé « *de le lire chez eux* » (entretien ante S7). Ce document sert à identifier l'anatomie cardiaque. C'est une lecture collective du document qui est proposé ; la fiche de préparation de P3 spécifie que des légendes seront portées pour compléter le document importé, notamment veine pulmonaires, artère pulmonaire et veines caves qui font défaut sur le support des tâches. Et comme « *la crosse [aortique] n'est pas faite, on va la faire ensemble* ».

Le second type de support est un matériel cœur-poumons que P3 va disséquer ; il est prévu que les élèves observent la dissection.

7.3 Construction de savoirs et difficultés prévisibles pour les élèves

La situation terminale de cette séance, dans le processus séquentiel d'enseignement et d'apprentissage, reprend pour une part un document déjà travaillé en S6 et déjà lu « à la maison ». La difficulté principale dans ce travail est de comprendre le sens de la circulation du sang dans le cœur imposé par la cloison inter-ventriculaire qui oblige à une séparation des sangs oxygéné et chargé de déchets.

Ces notions travaillées à partir d'un schéma sont ensuite confirmées par la situation de dissection proposée par P3 et motivée par elle de la façon suivante : « *d'avoir vu la théorie avant ça leur permettra d'être armés pour en profiter [de la dissection]* ». Dans ce cas, le modèle permet de mieux appréhender le réel.

7.4 Modalités de travail et interactions entre les élèves

L'ensemble de la séance semble être traitée en collectif, tant l'analyse et la compréhension du document relatif au fonctionnement du cœur que la dissection, « *il m'aurait fallu une caméra mais j'ai pas donc ils verront en direct le vivant* », tous ensemble car « *à 20 sur un seul cœur on ne peut faire qu'une démonstration* ».

7.5 Conclusion à l'analyse *a priori* de S7

Cette séance conclusive relègue donc l'observation du cœur *via* une dissection en toute fin de séquence, avant l'évaluation, ce qui convient à P3 : « *ça apporte des choses de leur faire ici aussi car on voit que le cœur est refermé sur lui-même et là entre un cœur réel et la coupe schématique c'est pas pareil ça les aide je pense à comprendre le schéma* »

CHAPITRE 3. LES TRANSCRIPTIONS DES SÉANCES

1. TRANSCRIPTION DE S1

Jeu 0. Rappels des séquences antérieures. Minute 0 à 3. Tdp 1. (Durée 3 mn)

1. P3 :-- alors on a déjà travaillé sur deux grosses séquences, la digestion et la respiration ; on l'a fait de manière assez développée en plus notre projet portant sur l'alimentation...*inaudible*, ensuite on a étudié un petit peu plus rapidement la respiration, pour certains on l'avait vu l'an dernier et donc aujourd'hui on va attaquer un gros morceau qui est tout nouveau qui est la circulation sanguine donc la circulation sanguine ça comprend le cœur et tout ce qui est autour et ou ce qui va avec alors même chose on avait déjà étudié pour les élèves qui étaient dans ma classe cette année on part sur quelque chose l'entrée est tout à fait nouvelle donc normalement vous allez pas vous ennuyer vous pourrez être là aussi pour aider pour apporter des connaissances pour m'épauler un petit peu si ...*inaudible*... des soucis d'accord voilà alors on va essayer de se poser un certain nombre de questions aujourd'hui la circulation sanguine le cœur etc. ce sont des choses qui sont tout à fait nouvelles pour la plupart d'entre vous mais néanmoins on va essayer de trouver un certain nombre de lien avec ce qu'on connaît déjà euh notamment avec ce qu'on a déjà vu avant les vacances c'est-à-dire la respiration est-ce que vous avez une idée d'un lien qui pourrait exister entre la respiration dans notre corps et la circulation sanguine ou le cœur dans une situation de la vie de tous les jours mais qui quand même est très très remarquable PICK

Jeu n°1. Rechercher une situation de lien entre respiration et circulation sanguine. Minute 3 à 12. Interactions 2 à 76. (Durée 9 mn)

2. PICK : la vie c'est sans notre cœur sans du sang sans respirer on pourrait pas vivre
3. HAON : mais sans l'air aussi
4. P3 :-- oui effectivement le fait de vivre on ne vivrait pas sans une de ces deux grandes fonctions d'accord LENA
5. LENA : quand on respire on inspire ou on expire je me souviens plus du CO₂ et le CO₂ il va dans le sang qui va vers notre cœur
6. P3 :-- d'accord alors on a dit la vie, le CO₂

Et P3 écrit au tableau noir

- *la vie,*
- *le CO₂*

7. P3 :-- le CO₂ donc qui ferait le lien entre la respiration et la circulation sanguine puisque à un moment donné ou à un autre il va dans le sang ... *silence*... alors vous m'avez donné deux situations où le lien existe entre la respiration et la circulation sanguine est-ce que vous en voyez d'autres
8. E : la circulation
9. P3 :-- oui ... est-ce que la respiration elle est toujours la même est-ce que on respire toujours de la même manière
10. Plusieurs E : non non
11. MAUD : soit par la bouche soit par le nez
12. P3 :-- oui est-ce qu'il peut y avoir d'autres variations possibles ELIS
13. ELIS : on sent jamais la même odeur
14. P3 :-- alors on peut respirer en sentant des odeurs effectivement MATT

15. MATT : on peut respirer quand on est essoufflé on peut respirer d'une façon et puis on peut respirer d'une autre normalement
16. P3 :-- d'accord donc on peut respirer plus ou moins rapidement d'accord et pourquoi on peut respirer plus ou moins vite
17. GABI : quand tu cours après on est essoufflé
18. P3 :-- alors quand on court effectivement on est essoufflé
19. MAUD : le cœur bat vite aussi et si on s'arrête on voit qu'on est essoufflé on sent qu'on est essoufflé plus la vitesse de la respiration augmente

Minute 5 P écrit au TN

plus on court, plus le cœur bat vite et plus la vitesse de la respiration augmente

20. E : selon les battements du cœur on respire plus vite ou moins vite
21. E : en fait on respire plus ou moins vite
22. E : surtout quand on court et quand on ... *inaudible* ...on fait les deux choses en même temps alors on respire et on court on est essoufflé
23. P3 :-- oui quand tu parles en plus ça augmente l'essoufflement mais même sans parler on est bien d'accord plus on court plus la respiration augmente la vitesse de la respiration augmente et alors est-ce que ça crée un lien entre la respiration et la circulation sanguine ou le cœur est-ce qu'il y a un lien entre les deux
24. E : oui
25. P3 :-- oui y'a un lien même très très fort alors euh j'ai entendu un certain nombre de choses tout à l'heure le lien comment se crée ce lien euh j'ai mal posé ma question est-ce que le cœur bat plus vite parce que on court et parce qu'on respire plus vite on court plus vite parce que le cœur bat plus vite est-ce que ça commence où HAON
26. HAON : ben par le cœur
27. E : il bat très vite
28. P3 :-- il bat très vite donc on se met à courir
29. Plusieurs E : non non
30. E : il bat très vite alors après on se met à courir
31. PICK : plus en plus le cœur il bat vite plus en plus on est essoufflé
32. ETAN : alors on commence à courir plus on court plus le cœur bat vite et plus on est essoufflé
33. Plusieurs E : voilà
34. E : plus on court et plus tu respire
35. E : ça revient au même

P écrit au tableau

En courant, le cœur bat plus vite → on est essoufflé ou on respire plus vite

36. E : et puis parfois tu as des points de côté
37. E : c'est pas pareil
38. E : tu parles
39. E : moi je sais que si on est habitué à courir qu'on court régulièrement on sera moins essoufflé que si on court une fois par mois
40. P3 :-- ah donc l'habitude de courir fait qu'on est moins essoufflé
41. MAUD : oui si on court pas souvent on sera essoufflé parce que notre cœur est pas habitué
42. P3 :-- bon donc est-ce qu'on est forcément essoufflé

43. MAUD : non les grands champions de course et bien ils sont quasiment pas essoufflés
44. P3 :-- mais
45. E : mais ça dépend le cœur que tu as
46. P3 :-- attends je finis sur ce que viens de dire MAUD on n'est pas forcément essoufflé pour autant est-ce qu'on respire plus vite quand on court oui ou non
47. E : oui parce que le cœur il bat plus vite alors forcément
48. E : ben oui
49. E : ça dépend le cœur qu'on a si on a un cœur de sportif il bat moins vite
50. E : oui mais ça c'est normal
- P écrit au tableau*
51. P3 :-- y a -t-il des grands sportifs dans la classe je suis pas sûr qu'on puisse parler de grands sportifs excusez-moi c'est pas une critique mais oui
52. LENA : bon, mais quand même le CO₂ qu'on inspire ça va dans les veines non ça va dans un
53. E : on inspire du O₂
54. P3 :-- oui effectivement on inspire du O₂
55. E : et on rejette le CO₂
56. LENA : donc oui au début ça va dans les poumons après ça va par petites quantités dans les veines et dans les euh
57. E : dans les veines pulmonaires c'est ça
58. P3 :-- alors on verra ça dans le détail un petit peu plus tard on va étudier tout ça d'abord je voudrais me pencher sur cette question-là (*en montrant le tableau*) lorsque l'on court vous m'expliquez que le cœur bat plus vite et que l'on respire plus vite alors dans quel ordre selon vous la course commence le cœur accélère et donc étant donné que le cœur accélère la respiration accélère
59. E : plus on court plus le cerveau a besoin de sang
- Minute 10**
60. E : c'est pas le cerveau qui court
61. E : le mental
62. P3 :-- le mental dans le sport ça compte
- Échange inaudible*
63. P3 :-- ils ont besoin de quoi tous ces organes
64. E : de sang
65. E : et d'oxygène
66. E : pff
67. E : si
- P écrit au tableau*
- besoin de sang et d'O₂ : le cerveau*
le cœur
les poumons
68. E : et les veines
69. P3 :-- les veines n'ont pas besoin de sang
70. E : tout a besoin de sang
71. E : et maîtresse ça veut dire quoi O₂ et CO₂
72. P3 :-- alors je l'ai expliqué qui rappelle le nom de l'O₂ ce qu'on appelle l'O₂
73. E : c'est l'oxygène
74. P3 :-- et le vrai nom, le nom scientifique c'est le
75. E : dioxyde de carbone
76. E : dioxygène

Jeu n°2. Chercher des moyens de montrer l'augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire à l'effort. Minute 12 à 27. Interactions 77 à 170. (Durée 15 mn)

Minute 12

77. P3 :-- O₂ c'est le dioxygène et donc CO₂ dioxyde de carbone alors moi j'aimerais bien qu'on aille un petit peu plus loin par rapport à ça qu'on essaye de le mettre en évidence ce phénomène parce que vous me dites je cours donc mon cœur se met à battre plus vite et donc je respire plus vite je veux bien vous croire mais je voudrais bien avoir des preuves comment pourrions-nous mettre ce phénomène-là en évidence
78. MAUD : on court et on regarde notre cœur et on regarde si notre cœur commence à battre plus vite que la respiration si la respiration augmente après que le cœur batte plus vite
79. LENA : oui mais y'a pas que quand on court que notre cœur bat plus vite
80. E : quand on stresse le cœur il bat plus vite
81. P3 :-- oui mais si vous voulez j'essaye juste de réfléchir avec vous à une manière de mettre ça en évidence de manière très très nette alors c'est vrai que le fait de se mettre à faire du sport à courir tout simplement c'est une manière de mettre en évidence ça alors est-ce que ça va nous permettre de savoir si c'est le cœur qui bat plus vite en premier ou est-ce que c'est la respiration
82. E : on va faire une expérience
83. P3 :-- ça va être un petit peu compliqué
84. E : il faudrait mettre des ... *inaudible*
85. P3 :-- qu'est-ce qu'on va pouvoir réussir à montrer ou plus exactement qu'est-ce qu'on va essayer de démontrer en faisant une expérience par exemple courir
86. E : ça peut marcher ce qu'on va faire mais c'est qu'est-ce qui augmente en premier
87. P3 :-- on va voir si on arrive à démontrer
88. E : on va essayer de ... j'arrive pas à expliquer
89. E : ben en écoutant son cœur enfin
90. P3 :-- est-ce qu'on va réussir à écouter notre cœur
91. E : il faut mettre le stéthoscope
92. PIEH : mettre la main dessus
93. P3 :-- est-ce qu'il y a d'autres moyens d'écouter
94. MAUD : mettre des patchs exprès
95. E : oui mais la maîtresse elle va pas acheter des patchs
96. ELIS : le sang on le sent sans toucher
97. LENA : compter combien de fois notre cœur il bat en une minute et après quand on court
98. E : compter combien de fois s'il bat plus vite
99. P3 :-- tu peux reprendre s'il te plait (*à l'adresse de LENA*)
100. LENA : par exemple là compter combien de fois il bat en une minute quand on est là normal quoi quand on court pas
101. P3 :-- alors attends
102. LENA : et après quand on court on court une minute et on compte combien de fois notre cœur il bat et on va compter s'il bat plus vite ou pas

Minute 15

P écrit au tableau

compter combien de fois le cœur bat en 1 minute (30" X 2) au repos

après une course modérée

après une course rythmée

103. LENA : et après on compte quand on est en sport en une minute
104. E : oui pendant qu'on court
105. P3 :-- ça va pas être facile pendant qu'on court on va le faire juste après la course ça reviendra au même tout à l'heure vous m'avez dit plus je fais de sport plus je cours vite plus mon cœur bat est-ce que ça on va réussir à le mettre en évidence plus je cours vite plus mon cœur bat vite
106. MAUD : ben ça dépend par exemple ceux qui ont l'habitude de courir par exemple ceux qui font de l'athlétisme son cœur est habitué à courir donc son cœur il bat moins vite que le nôtre
107. P3 :-- alors on peut peut-être compter au plus près de la course pendant 30 secondes et multiplier ensuite ce résultat par deux
108. E : oui mais le cœur il bat pas régulièrement alors il bat pas tout le temps tac tac pareil quoi voilà
109. ETAN : on peut courir doucement et après plus vite
110. P3 :-- alors qu'est-ce que ça va peut-être nous permettre de mettre en évidence ça
111. E : que plus on court vite plus le cœur bat vite
112. P3 :-- d'accord donc le décompte au repos et ensuite
113. E : 30 secondes où on va vite et 30 secondes où on va pas vite
114. P3 :-- donc après une course modérée moyenne tranquille
115. E : 30 secondes
116. P3 :-- alors qu'est-ce qui dure 30 secondes
117. E : c'est la moitié d'une minute
118. E : oui 30 x 2
119. PICK : 30 secondes combien le temps en courant bat notre cœur et puis ensuite on multiplie combien euh le cœur et multiplier par 2
120. P3 :-- donc qu'est-ce qui va durer 30 secondes
121. ETAN : les deux courses
122. E : plus vite ou moins vite
123. P3 :-- compter combien de fois le cœur bat en une minute et après on a dit non compter combien de fois le cœur bat de fois en 30 secondes et puis après on multipliera par deux qu'est-ce qui dure 30 secondes la course ou la mesure
124. Plusieurs E : la mesure
125. P3 :-- ah d'accord est-ce qu'on a parlé pour l'instant du temps de la course

Minute 20

126. Plusieurs E : non
127. P3 :-- on est d'accord
128. E : ben on va faire une course en une minute
129. P3 :-- bon alors vous m'avez dit on va faire une mesure au repos ensuite on va faire une mesure après une course et ETAN a ajouté on va faire une mesure après une course tranquille et ensuite on fera une course beaucoup plus rythmée et on referra une mesure c'est bien ça ETAN
130. ETAN : oui
131. P3 :-- donc après une course modérée

Et P écrit au tableau

après une course modérée

après une course rythmée

132. P3 :-- bon alors la prochaine fois qu'est-ce qu'on va faire
 133. E : des courses
 134. GABI : on va courir non on va voir au repos
 135. P3 :-- donc on mesure au repos
 136. E : après on fait une course tranquille et après une course rythmée
 137. E : voilà
 138. P3 :-- et après la course rythmée et la course modérée y'a rien
 139. E : on compte
 140. P3 :-- ah une mesure après la course rythmée
 141. E : encore une mesure
 142. E : alors il faut les mettre les mesures maîtresse
 143. E : va falloir les marquer
 144. P3 :-- il va falloir les marquer les mesures comment allons-nous faire pour noter tout ça
 145. MAUD : on met le prénom battement du cœur au repos battements du cœur en course modérée et battements mesures temps
 146. E : on met un chronomètre dans le fond et
 147. E : on chronomètre
 148. P3 :-- est-ce que c'est la seule mesure que nous ayons à faire celle du rythme cardiaque
 149. E : non la respiration
 150. P3 :-- et oui
 151. E : mais ça c'est pas facile à compter
 152. E : si
 153. P3 :-- c'est vrai que c'est pas facile à compter
 154. E : on respire et on compte une fois
 155. P3 :-- mais c'est vrai que en général ça modifie la respiration le fait de compter ou d'être conscient de sa respiration donc il va falloir essayer de modifier le moins possible la respiration
 156. E : est-ce que quelqu'un comptera à notre place
 157. E : oui on voit quand on respire
 158. P3 :-- mais même quand tu t'aperçois que quelqu'un compte tu modifies de la même manière c'est une bonne idée mais je suis pas sûre que ça change grand-chose donc on va compter les battements du cœur en une minute mais également compter
 159. E : combien de fois j'expire et j'inspire

P écrit au tableau

Compter combien de fois

160. E : oui mais respire ça compte pour un
 161. P3 :-- oui une respiration c'est expire et inspire donc on compte l'un ou l'autre peu importe

Compter combien de fois j'expire

Minute 25

162. P3 :-- alors comment on va retenir tout ça sous quelle forme on va bien pouvoir retenir tout ça
 163. E : tableau

164. MAUD : un tableau avec tous les prénoms dessus et en mettant au repos en course modérée et en course rythmée
165. LENA : et on met pour le cœur et pour la respiration
166. E : ça va être dur avec tout le monde
167. E : sinon on fait comme au cross on prend un papier et on le marque chacun et après on vous les donne
168. MAUD : sinon c'est bien avec un tableau avec tous les prénoms le battement de cœur après une course modérée au repos après une course rythmée
169. P3 :-- bon, vous allez réfléchir à ça
170. E : quand

Jeu n°3. Produire un outil de recueil de données physiologiques. Minute 27 à 48. Tdp 171 à 236. (Durée 21 mn)

Minute 27

171. P3 :-- maintenant vous allez vous mettre par petits groupes parce qu'on réfléchit toujours mieux ensemble que tout seul et vous allez essayer donc de construire un outil alors certains ont proposé un tableau alors tableau pas tableau c'est à voir vous allez essayer de construire un outil qui va nous permettre un de garder en mémoire les mesures qu'on a faites deux ensuite de pouvoir l'utiliser parce que si on fait des mesures c'est bien ensuite pour pouvoir les utiliser vous allez réfléchir à ça je vais vous donner une feuille A3 par groupe et vous ferez votre proposition sur la feuille vous vous mettez d'accord par groupe sur un outil à proposer et ensuite nous en discuterons

Minute 28 *Mise en place des groupes*

Minute 30 *Travaux de groupes (groupes de 6 élèves environ) ; un groupe suivi par la caméra.*

PICK trace 6 cases à gauche de la feuille et chacun écrit à tour de rôle son prénom. MAUD propose de partager le reste de la feuille en 2 ; d'un côté les mesures cardiaques, de l'autre les mesures respiratoires. MAUD distribue les tâches à effectuer par chacun dans le groupe. Au final :

	Respiration			Battements du cœur		
	R	CM	CRY	R	CM	CRY
<i>PICK</i>						
<i>MAUD</i>						
<i>ISSA</i>						
<i>GABI</i>						
<i>LEAH</i>						
<i>SOLE</i>						

Au dos de l'affiche sont positionnées des légendes :

R : repos

CM : course modérée

CRY : course rythmée

Minute 45 *Affichage des productions au tableau noir par P3 qui numérote les 4*

productions des groupes

1		Respiration			Battements du cœur		
		R	CM	CRY	R	CM	CRY
	PICK						
	MAUD						
	ISSA						
	GABI						
	LEAH						
	SOLE						

3

prénom	Mesure cardiaque	Mesure respiratoire
Repos		
Course modérée		
Course rythmée		

	SB	LR	TA	TL	GF	TR		Repos	Après une course modérée	Après une course rythmée
SB										
♥							NICO			
♣							CLEM			
♠							FRED			
CR							VALI			
CR ²							ILHE			
TR							LOLA			

4

Jeu n°4. Choisir un outil de recueil des données physiologiques. Minute 48 à 62. Interactions 172 à 264. (Durée 14 mn)

Minute 48

- 172. P3 :-- vous vous asseyez et vous vous tournez vers le tableau, tout le monde voit correctement alors vous observez un moment les 4 tableaux.....est-ce que quelqu'un a des remarques à faire
- 173. ELIS : je comprends pas trop où y'a marqué la légende
- 174. E : oui moi aussi
- 175. P3 :-- c'est le tableau 2 c'est ça qui explique le tableau 2 s'il vous plaît
- 176. MATT : les légendes en fait on a fait des dessins pour représenter le cœur les poumons dans le tableau et on a mis la légende sous le tableau pour comprendre ce que ça veut dire
- 177. P3 :-- d'accord donc la première ligne correspond aux battements du cœur
- 178. E : non la première ligne c'est nos noms
- 179. P3 :-- d'accord la première ligne correspond aux noms de chaque enfant avec les initiales, la deuxième ligne battements du cœur la troisième ligne

180. E : les poumons combien de fois on respire
181. P3 :-- la respiration quatrième ligne
182. E : le cerveau
183. E : et qu'est-ce qu'il a à voir le cerveau j'ai pas compris
184. E : ben moi non plus
185. E : et comment on peut faire pour compter
186. E : ben le cerveau il compte aussi
187. P3 :-- alors comment vas-tu mesurer les battements du cerveau est-ce que c'est les battements du cerveau qu'on ...*inaudible* ...
Brouhaha
188. P3 :-- qu'est-ce que tu vas donner comme résultat alors bon c'est une ligne effectivement bon cinquième ligne CM ça veut dire
- Minute 50**
189. LENA : on a mis course modérée, CR course rythmée et au repos
190. P3 :-- alors qu'en pensez-vous les autres de ce tableau
191. E : il est bien
192. MAUD : oui au début sans les explications on aurait eu du mal à comprendre mais sinon il est bien
193. P3 :-- quand tu auras tes mesures où les écris-tu dans le tableau
SAMI passe au tableau et montre une ligne du tableau affiché puis LENA passe
194. ILHE : mais on peut pas parce que si par exemple on compte le cœur et qu'on le met dans la case de SAMI on sait si c'est à la course ou pas si c'est un repos on sait pas
195. E : mais si si par exemple c'est course rythmée c'est bien marqué
196. E : mais alors on sait pas si c'est le cœur ou les poumons
197. MAUD : bon par exemple si on prend SAMI son cœur il bat en je sais pas par minute comment on va savoir si c'est au repos ou pas tu vois même si on met en face du cœur et que vous dites pas si c'est en course repos ou pas on sait pas en fait les dessins ils servent à rien si vous le mettez dans course modérée on saura pas si c'est le cœur ou la respiration
198. E : ben on va mettre un petit signe à côté
199. MAUD : ben non on saura pas si c'est cœur ou respiration
200. P3 :-- bon OK alors peut être un petit problème de lisibilité sur ce tableau (*en référence au tableau 2*)
201. SAMI : pourquoi ici là dans ce tableau (*SAMI montre le tableau 3*) y'a marqué prénom et après y'a rien
202. E : parce que c'est une fiche individuelle qu'on a fait
203. P3 :-- ah c'est une fiche individuelle que chacun prendra et que chacun remplira pour lui c'est ça
204. E : et bien quand on est au repos on marque sur la première ligne
205. P3 :-- d'accord quand je dirais on mesure au repos vous notez ici et quand je dis on prend les mesures après la course vous le notez là c'est ça
206. E : mais alors ce que j'ai pas compris ils prendront tous une grande feuille
207. E : non une petite feuille
208. P3 :-- ELIS propose un petit papier, sur un quart de feuille c'est faisable donc ça c'est une feuille individuelle est-ce que les résultats seront bien mis en évidence
209. E : oui c'est très clair
210. P3 :-- et ensuite on pourra éventuellement les reporter sur un grand tableau pour toute la classe ensuite MATT
211. MATT : ce que je comprends pas pour la première y'a respiration un R (*en*

référence au tableau 1)

212. MAUD : oui mais ça c'est que y'a la légende derrière on avait pas la place
Minute 55 *P tourne la fiche et lit*
213. P3 :-- R repos CM course modérée et CR course rythmée alors est-ce que c'est un tableau individuel un tableau pour toute la classe
214. E : un tableau pour le groupe
215. P3 :-- qui peut être étendu à toute la classe si on le souhaite
216. E : oui on peut prendre une grande feuille et mettre tous les prénoms de la classe
217. P3 :-- alors quel est l'avantage de ce tableau et quels sont les inconvénients par rapport par exemple au tableau 3
218. E : y'a plus de cases on se perdra plus facilement dans les notes
219. MAUD : mais là y'a les prénoms alors il suffit de suivre la ligne
220. P3 :-- oui là on a plus d'informations sur le tableau alors peut être qu'il est moins lisible tableau n°4
221. ILHE : ça revient au même que le 1
222. P3 :-- il faudrait donc dans chaque colonne subdiviser et mettre respiration et cœur *et P3 le fait au tableau*
223. E : ça revient au même que le 1 alors si on prend pas le 1 on prend pas le 4
224. P3 :-- ce sont effectivement sensiblement les mêmes tableaux
225. LENA et MAUD : mais y'a toutes les mêmes informations dans tous les tableaux mais pas mises pareil on a tous pensé à la même chose
226. E : ils sont pas expliqués pareils mais y'a la même idée dedans
- Minute 60**
227. P3 :-- oui vous avez tous répondu à la consigne bon maintenant il va falloir opter pour l'une ou l'autre solution soit on choisit un tableau individuel qui est beaucoup plus clair plus facile à remplir
228. E : mais beaucoup plus facile à perdre
229. P3 :-- et un tableau qui regroupe l'ensemble des élèves de la classe et qui sera moins facile à remplir parce que vous risquez de vous tromper de case donc il faut choisir un document individuel chacun et après en classe on pourra tout remettre dans le même tableau soit avoir un tableau chacun mais avec tous les élèves de la classe avec 6 fois 24, 144 cases et trouver les 6 cases qui vous concernent alors pour quelle solution optez-vous
230. Plusieurs E : le 3 le 3
231. E : qui vote pour le 3
Les élèves lèvent le doigt à l'appel du vote
232. P3 :-- à l'unanimité presque complète ça sera le 3 alors que reste-t-il à faire pour la prochaine fois dites-moi
233. E : préparer le tableau
234. P3 :-- préparer le tableau effectivement c'est quelque chose que nous ferons d'ici à la prochaine séance de manière à ce que chacun puisse descendre sur le plateau¹³³ avec son tableau ensuite peut être qu'il faudra faire un tableau où tous les résultats seront recensés est-ce que ça sera utile ou pas qu'est-ce que ça permettrait de faire
235. E : de comparer
236. P3 :-- absolument
- Fin à minute 62*

¹³³ Il s'agit du terrain où se déroulent les activités sportives

2. TRANSCRIPTION DE S2

Jeu 0. Rappels de S1. Minute 0 à 6. Interactions 1 à 18. (Durée 17 mn)

1. P3 :-- vous pouvez me rappeler ce qu'on a fait la dernière fois
2. MINA : on a parlé de la respiration euh de la circulation du sang et on a fait un tableau pour euh
3. E : pour classer
4. P3 :-- est-ce que c'est pour classer pour calculer
5. LUCI : pour calculer les battements du cœur au repos à la course modérée à la course rythmée et aussi pour calculer la respiration au repos à la course modérée à la course rythmée
6. P3 :-- est-ce que c'est pour calculer véritablement
7. E : non c'est une expérience
8. E : pour mesurer
9. LENA : pour après pouvoir faire la leçon
10. P3 :-- pour noter les mesures que nous aurons faites comme LUCI vient de le citer oui MAUD
11. MAUD : et aussi on a fait un tableau individuel que chacun remplira et on va aussi faire un tableau collectif où il y aura les prénoms de toute la classe avec son temps cardiaque et son temps de la respiration et on va essayer de comparer par exemple un adulte et un enfant une petite taille et une grande taille les sportifs et non
12. P3 :-- d'accord ça va pas nous permettre de faire de véritables études qui nécessiteraient un grand nombre de mesures mais on va pouvoir faire un certain nombre d'observations d'accord donc vendredi nous avons créé un tableau sur ordinateur et quant au tableau avec tous les élèves je l'ai fait parce que j'avais la liste de tous les élèves alors sur le tableau individuel je me suis permis de rajouter une case parce qu'il m'a semblé quand même qu'il manquait une petite mesure c'est une fois qu'on a fini de courir est-ce que à votre avis votre cœur et votre respiration vont rester au niveau de la fin de la course très rapide pendant tout l'après midi
13. E : non
14. P3 :-- qu'est-ce qui va se passer logiquement d'après vous
15. E : ça va redescendre
16. P3 :-- est-ce que ça va redescendre au niveau du départ un petit peu au-dessus en termes de battements par minute un petit peu au-dessous qu'est-ce qui va se passer moi c'est une donnée qui m'intéresse pour la suite du travail donc j'ai rajouté une case en me disant que ça allait pouvoir servir ça pourrait s'appeler comment
17. E : après les courses
18. E : après course

Distribution des fiches individuelles photocopiées.

Jeu n°1. Se mettre d'accord sur les conditions de prises de mesures. Minute 6 à 15. Interactions 19 à 46. (Durée 8 mn)

Minute 6

19. P3 :-- alors concrètement qu'allons-nous faire une fois que nous serons sur le plateau en bas
20. ELIS : on va faire des courses

21. LUCI : non on va mesurer le cœur au repos
22. P3 :-- comment allons-nous mesurer le cœur
23. E : avec la main sur le cœur
24. P3 :-- mettez la main sur le cœur vous sentez c'est pas évident
25. Plusieurs E : et y'a là là aussi (*un élève prenant le pouls à la carotide, un autre au poignet*)
26. P3 :-- j'ai une petite inquiétude si je mesure mes battements ici (*à la carotide*) ou même ici (*au poignet*)
27. MAUD : ça arrive plus tard enfin je sais pas le temps que ça arrive de là à là je pense que ça va être moins rapide
28. P3 :-- alors qu'est-ce qui arrive plus tard
29. E : les battements du cœur
30. E : la vibration
31. P3 :-- mais qu'est-ce que l'on compte le nombre de battements dans un temps donné ou est-ce que l'on compte le temps que le sang arrive à ici (*en montrant le poignet*) ou ailleurs
32. E : oui mais si il arrive plus tard dans le même temps ça sera différent
33. P3 :-- bon admettons que les battements de ton cœur ce soit ça
I I I I I
34. P3 :-- les battements à ce niveau-là tu penses qu'ils vont arriver plus tard donc celui-là va arriver un petit peu en décalage d'accord et celui-là aussi et celui-là aussi
I I I I I
I I I I I
35. E : ça fait pareil
36. P3 :-- est-ce que ça va changer la quantité de battements
37. E : ben non
38. P3 :-- dans un temps donné tu auras la même quantité de battements que tu les prends au niveau du cœur ou au niveau du cou ou du poignet donc on conservera le même nombre de battements or c'est ce qui nous intéresse OK si on devait prendre une autre mesure spécifique peut être qu'il faudrait réfléchir à ça mais là ça nous suffit ça ne nous dérange pas alors au niveau de la respiration qu'est-ce qu'on va compter

Minute 14

39. E : une inspiration ou une expiration
40. P3 :-- oui il va falloir essayer de pas modifier sa respiration parce qu'on la compte il va y avoir une autre condition importante après la course est-ce que après la course vous allez discuter entre vous partir d'un côté ou de l'autre
41. E : non ça va tout changer si tu parles pendant longtemps ça va t'accélérer la respiration
42. P3 :-- oui ça va modifier votre rythme respiratoire et à partir du moment où vous aurez arrêté de courir vous ne serez plus en situation d'effort donc est-ce que vous aurez exactement la mesure à la fin de l'effort
43. E : non
44. P3 :-- vous aurez la mesure après votre mesure sera faussée donc dès que vous allez arriver à la fin de la première course y'a le silence et je démarre le chrono OK on mesure en 30 secondes et j'arrête d'accord ensuite vous notez tout de suite votre mesure on mesure la respiration et tout de suite après le rythme cardiaque il va falloir être rapide et efficace ensuite on lancera la deuxième course qui sera une course de vitesse pour que l'effort soit maximum et ensuite

même chose on enclenche la mesure de la respiration et tout de suite du cœur bon trente secondes j'ai peur que ça fasse beaucoup de temps perdu on va prendre les mesures sur 15 secondes et si je prends les mesures sur 15 secondes je vais multiplier par combien ETAN

45. ETAN : 4

46. P3 :- alors on va se perdre en calcul sur le terrain ce que vous ferez vous marquez la mesure exacte en 15 secondes vous ne faites pas le calcul sinon on va perdre du temps

Minute 15 Les élèves quittent la classe, mettent leurs chaussures de sport

Jeu n°2. Prise individuelle des mesures cardiaques et respiratoires. Minute 20 à 37. (Durée 17 mn)

Sur le plateau sportif

Prise des mesures au repos de la respiration et du rythme cardiaque puis prise des mesures après une course modérée et pour finir après une course soutenue. Chaque enfant note ses mesures sur sa fiche individuelle.

Jeu n°3. Mettre en commun les mesures recueillies. Minute 37 à 62. Interactions 47 à 87. (Durée 25 mn)

Minute 37 De retour en classe

Au tableau noir P3 a indiqué :

Mesures cardiaques			Mesures respiratoires		
repos	Course modérée	Course rythmée	repos	Course modérée	Course rythmée

47. P3 :- alors pour la suite du travail je vais vérifier qu'il n'y a pas trop d'erreurs on va vérifier les mesures cardiaques au repos si un a 20 et l'autre 72 on peut penser que celui qui a 72 soit est très malade du cœur ce que je ne crois pas soit il s'est trompé dans sa mesure on va vérifier ça très rapidement pour la suite du travail que je vous demande c'est important alors on va faire une mesure filée on va dire je veux pas avoir à interroger vous me dites au fur et à mesure

Chaque élève donne à l'oral sa mesure du rythme cardiaque au repos et P3 la note dans le tableau (sans que le nom de l'enfant soit indiqué)

48. E : plus c'est petit plus ça bat vite

49. E : eh les CM1 ils vont plus vite que les nôtres

50. P3 :- bon y a-t-il des mesures qu'on va pouvoir éliminer parce qu'elles paraissent vraiment très très éloignées de ce qui est globalement la moyenne

51. E :, 5, 17, 29, 25

52. P3 :- ensuite mesures respiratoires au repos on fait le même tour

Et les élèves font de même ils énoncent leur mesures et P3 les écrit pas forcément en

face des précédentes pour chaque élève

53. P3 :-- attention à ces mesures n'avons-nous pas quelque chose à faire

54. E : multiplier par 4

55. P3 :-- qu'est-ce que je multiplie par 4

56. E : les mesures cardiaques et par 2 les mesures respiratoires

57. P3 :-- ce qui va me donner là par 2 donc 84, 96....

Et P3 indique à côté de chaque nombre donné précédemment la valeur multipliée par 4 pour les mesures respiratoire et P3 fait la même chose pour les valeurs multipliées par 2.

58. P3 :-- alors y a-t-il là des données tellement éloignées de la réalité qu'on va pas les garder

59. E : 76

60. E : 30

61. E : pourquoi vous voulez éliminer les plus gros

62. P3 :-- bien course modérée, alors là je vais devoir aussi multiplier par 4

Et P3 prend de même à la volée les mesures des enfants

63. P3 :-- alors je vais devoir multiplier par 4

Et P3 fait de même en notant les nouvelles valeurs multipliées par 4

64. P3 :-- alors là ça augmente ça devient de plus en plus compliqué à calculer

Et P3 continue les calculs

65. E : à un 26 vous avez trouvé 94 et à l'autre 26 vous avez trouvé 104

66. P3 :-- alors trouvez-moi le bon calcul s'il vous plaît

67. Plusieurs E : 104

68. P3 :-- OK je vous ai économisé le travail parce que ça normalement c'est à vous de le faire

69. E : oh ! Vous êtes gentille

70. P3 :-- bien course rythmée

71. E : non il manque le rythme respiratoire course modérée pardon

Minute 50

A nouveau les élèves énoncent leurs mesures et P3 fait les calculs

72. P3 :-- OK mesures cardiaques après une course rythmée

Même chose, prise des mesures et calculs de P3. Puis P3 prend les mesures respiratoires course rythmée

73. P3 :-- vous pouvez observer s'il vous plaît deux minutes

74. P3 :-- bon on va faire une pause récré et je vais vous demander un travail, les CM1 auront un travail et les CM2 en auront un autre et ça sera par groupe allez

P3 élimine les mesures « aberrantes » pour le rythme respiratoire course rythmée

75. P3 :-- bon allons-nous pour l'analyse garder l'ensemble des chiffres des nombres

76. E : non

77. P3 :-- qu'est-ce qu'on va pouvoir enlever

78. MAUD : ceux par 15 secondes et par 30 secondes

79. P3 :-- absolument nous avons deux sortes de mesure je vous ai imposé une mesure sur 30 secondes parce que c'était la première et que pour moi c'était trop peu et ensuite les autres sont sur 15 est-ce que c'est comparable des mesures sur 15 secondes et des mesures sur 30 secondes

80. E : non

81. P3 :-- non là en multipliant dans les deuxièmes colonnes qu'avons-nous fait

Minute 60

82. E : on a mis tous les nombres égaux

83. P3 :-- alors comment ça égaux... qu'est-ce que j'ai fait dans ma deuxième colonne

84. LENA : *inaudible*

85. P3 :-- ah j'ai ramené toutes les données sur la même durée est-ce que maintenant je vais pouvoir les comparer

86. E : oui

87. P3 :-- oui on va comparer ce qui est comparable donc je vais effacer toutes les mesures qui ne sont pas sur une minute

Et P3 efface au TN

Jeu n°4. Traitement des données. Minute 62 à 86. Interactions 88 à 117. (Durée 24 mn)

Minute 62

88. P3 :-- alors à partir de maintenant nous avons des données on va dire cohérentes qui sont vos mesures sur une minute d'accord donc nous allons partager la classe en deux je vais vous expliquer ce que chaque groupe a à faire les CM1 vous allez vous mettre en trois groupes et je vais vous demander à partir de ces données-là de me les transformer en un graphique

89. E : c'est quoi un graphique

90. P3 :-- qu'est-ce que c'est un graphique je vais dire un diagramme les CM2 vous allez analyser les résultats qu'est-ce que c'est analyser les résultats

91. E : comparer

92. E : observer

93. P3 :-- bon d'abord observer dans l'ordre ensuite comparer

94. E : analyser

95. E : classer

96. P3 :-- en admettant que je trouve que au repos le rythme cardiaque est plus élevé que après une course et que par contre la respiration est beaucoup plus lente bon j'observe je compare je vais m'arrêter là

97. E : on va les classer

98. P3 :-- je vais observer ensuite je vais comparer écrire effectivement ça va me servir m'aider à chercher à comprendre pourquoi ça augmente à tel moment pourquoi ça diminue à tel autre pourquoi l'activité cardiaque varie de telle manière pourquoi l'activité respiratoire varie de telle manière on va peut être chercher à comprendre pourquoi non ? Vous allez chercher le pourquoi du comment exactement bon les CM2 y'a deux solutions soit vous allez pouvoir vous aider de ce qu'il y a au tableau soit vous allez pouvoir vous servir de vos données sauf si elles font partie des données qui sont effacées parce que ça veut dire qu'elles sont pas assez fiables pour être analysées d'accord

Minute 64 *Mise en place des groupes d'élèves*

99. P3 :-- bon les CM2 ça va vous n'avez pas de souci avec la consigne

Et P3 écrit au tableau

J'observe

Je compare

J'essaie d'expliquer

100. P3 :-- alors les CM1 est-ce qu'il y en a pour qui les mesures ont été effacées
Et P3 accompagne un groupe de CM1

101. P3 :-- si vos mesures sont fausses vous pouvez travailler avec les mesures du voisin dans chaque groupe il y a des mesures qui sont bonnes
P3 va chercher du papier millimétré pour les CM1

102. P3 :-- c'est du papier où chaque carré mesure 1 cm de côté et chaque carré est partagé en 10 intervalles d'accord donc ça va vous aider plutôt que de faire ça sur une feuille blanche vous avez là un support qui va vous permettre de compter beaucoup plus facilement les graduations que vous allez souhaiter fabriquer je vous laisse faire

Minute 72 *Poursuite des travaux en autonomie des CM2, P3 aide ponctuellement des CM1*

Minute 79 *Fin des travaux de groupes*

103. P3 :-- regardez par là qui est-ce qui a travaillé sur les données du tableau (*en montrant le TN*) qu'avez-vous constaté est-ce que vous avez constaté des choses bizarres

104. E : oui

105. LOLA : c'est que au repos pour la respiration non pour les mesures cardiaques c'est bizarre parce que ça va plus vite qu'après une course après la course modérée on a marqué plus grand que au repos

106. LOLA : pareil pour la course modérée et la course rythmée

107. GABI : moi j'ai trouvé qu'il y a des différences parce qu'il y en a qui sont au repos par exemple il y a 80 et à la course modérée y'a 72 alors y'en a qui ont plus au repos c'est pas possible

108. P3 :-- d'accord alors ces chiffres-là repos 80 et 72 course modérée est-ce que c'est le même élève

109. E : non

110. P3 :-- ben pas forcément parce que moi j'ai pris les données mais je les ai prises en vrac je n'ai même pas regardé qui me disait puisque je faisais uniquement à l'oreille

111. GABI : oui mais quand même y'a plus que 72 y'en a qui sont plus grands

112. P3 :-- donc un même élève peut très bien m'avoir répondu en premier et ensuite non allez en 12ème et ensuite en 13ème donc ça veut dire que les lignes peuvent tout à fait être décalées donc on ne compare pas forcément les données d'un même enfant

113. GABI : oui mais quand même 72 il est plus petit y'a pas ce chiffre dans alors dans les deux cas c'est la même chose y'a quelqu'un qui a fait euh

114. P3 :-- tu veux dire que ça c'est gênant et qu'on le barre

115. GABI : non non non mais c'est bizarre que en course modérée ils ont fait moins de mouvement de battements du cœur que au repos

116. P3 :-- oui ça peut s'appeler une mesure ratée parce que vraiment c'est la plus faible

et P3 barre cette mesure au TN

117. P3 :-- d'accord alors le problème de ce tableau il était intéressant parce qu'il nous a permis de voir les erreurs et on vient d'en voir une autre mais il ne permet pas de comparer un même enfant donc sur quel document allez-vous trouver la comparaison pour un même enfant c'est sur vos notes par contre sur vos notes n'oubliez pas de faire le travail qu'on a fait là c'est-à-dire de re-multiplier par deux

la seule mesure qui était sur trente secondes et multipliez par 4 les mesures qui étaient sur 15 d'accord vous avez encore 5 minutes

Minute 86 *Fin des travaux*

3. TRANSCRIPTION DE S3

Jeu 0. Reprise de S2 et des objectifs de S1. Minute 2 à 13. Interactions 1 à 66. **(Durée 11 mn)**

1. P3 :-- alors nous avons déjà fait des séances sur la circulation sanguine, nous voilà à la troisième séance est-ce que quelqu'un saurait me rappeler ce que nous avons fait la dernière fois SAMI
2. SAMI : nous avons couru pour mesurer notre cœur
3. P3 :-- alors vous avez couru pour mesurer vos battements de cœur PICK
4. PICK : d'abord on avait décidé de faire une course donc on avait fait on avait mesuré les battements de notre cœur au repos ensuite on les avait mesuré après une course euh
5. E : modérée
6. PICK : une course modérée et ensuite une course rythmée
7. P3 :-- d'accord
8. GABI : on avait fait un tableau pour chaque élève et dessus y'avait euh des cases avec course au repos course modérée course rythmée en encore course au repos et enfin parce que des fois c'était pas pareil
9. P3 :-- qu'est-ce qui n'était pas pareil
10. GABI : des fois y'avait plus de battements au repos que à la course modérée
11. P3 :-- ah ! c'était ça si vous vous souvenez bien (*en montrant les fiches de la séance précédente*) oui LENA
12. LENA : et après on avait transféré sur un tableau de tout la classe enfin on avait fait un tableau sur le tableau (*en montrant le TN*)
13. P3 :-- oui une liste d'accord
14. LENA : oui une liste pour le cœur on avait multiplié par euh...4
15. P3 :-- pourquoi est-ce qu'on avait multiplié par 4
16. E : parce qu'on avait fait 15 secondes
17. PIEH : on avait fait par 15 et comme 4 fois 15 ça fait une minute
18. P3 :-- d'accord vous aviez pris vos mesures sur 15 secondes et on avait multiplié les résultats par 4 de manière à obtenir les résultats sur une minute oui MAUD
19. MAUD : et aussi on n'avait pas fait on n'avait pas mesuré que les battements du cœur on avait fait la respiration aussi et pareil au repos course modérée et rythmée
20. LENA : et après on avait fait des groupes pour analyser comparer et voilà
21. P3 :-- d'accord est-ce que ça avait fonctionné
22. E : pour les CM2 moins que pour les CM1
23. P3 :-- et alors pour les CM2 qu'est-ce qui c'était passé
24. PICK : parce que en fait on n'avait pas les mêmes respirations euh comment dire je pense qu'il y en avait qui courait un peu plus vite que les autres et alors euh voilà
25. P3 :-- ah ! d'accord alors les résultats n'étaient pas tous forcément identiques en même temps y'a 24 élèves dans la classe et vous n'êtes pas tous exactement les mêmes donc voilà ça va être des choses à discuter effectivement MAUD
26. MAUD : et en fait quand on avait mis les différentes mesures sur le tableau on

avait remarqué qu'il y en avait quelques unes qui comparées aux autres y'en avait par exemple c'était 15 et les autres 5 ou 20 donc on a effacé celles qui nous semblaient ...

27. P3 :-- ah ! d'accord on avait effacé celles qui nous semblaient un petit peu aberrantes

28. MAUD : 5 à côté des 15 des 20

29. P3 :-- d'accord

Minute 6

30. LENA : c'est plus facile de comparer des nombres par exemple 20 et 40 c'est moins facile à comparer parce que 20 c'est la moitié de 40

31. P3 :-- bon alors d'accord nous allons discuter de tout ça dans un instant mais pourquoi avons-nous fait tout ça dites quel était l'objectif de ce travail-là vous dormez les autres y'en a que trois qui sont réveillés quel était l'objectif de cette expérience MATT

32. MATT : ben pour une leçon

33. P3 :-- oui d'accord NICO

34. NICO : pour savoir sur le corps humain le battement du cœur

35. HAON : pour savoir si on avait tous à peu près les mêmes mesures

36. P3 :-- alors l'objectif de l'expérience c'était effectivement de comparer effectivement un certain nombre de choses GABI

37. GABI : c'était pour voir s'il y avait des plus sportifs que d'autres oui selon comment ils respiraient

38. MAUD : c'était pour voir si au repos ou quand on se met à courir notre cœur accélère ou ralentit la respiration si elle accélère ou elle ralentit pareil

P3 ouvre le tableau noir, une affiche est alors découverte :

La circulation sanguine

Compter combien de fois j'expire en 1 minute (30 sec X 2)

Compter combien de fois le cœur bat en 1 minute (30 sec X 2)

1. → *Au repos*

2. → *Après une course modérée*

3. → *Après une course rythmée*

Des exceptions ?

39. MAUD : on voulait savoir si plus on accélère plus notre cœur accélère si la respiration accélère plus le cœur accélère c'était ça qu'on voulait savoir

P3 referme le tableau et l'affiche n'est plus visible

40. P3 :-- ah ! D'accord alors attend on va formuler ça euh donc tu nous dis MAUD que l'objectif c'était

41. MAUD : ben de voir si quand on court le cœur accélère ...*inaudible*

42. LEAH : c'était pour voir sur nous si quand on court notre cœur commence à battre plus fort si la respiration va plus vite ou si c'est nous qui accélérons notre respiration et c'est notre cœur qui bat plus vite

43. P3 :-- d'accord alors ça est-ce que l'expérience va réussir à y répondre euh y'a un petit doute là-dessus

44. LENA : pour comprendre la cohérence entre le cœur et la respiration

45. P3 :-- le lien tu veux dire

46. LENA : oui

47. P3 :-- d'accord alors l'objectif premier effectivement la question qu'on s'était posée quand on avait commencé le travail c'était euh je sais plus comment on

- pourrait la formuler
48. E : est-ce que plus le cœur accélère
49. E : selon notre vitesse
50. E : est-ce que plus on court
51. E : selon notre vitesse le cœur bat plus vite ou moins vite bat-il plus vite ou moins vite

Minute 9. P3 écrit au tableau « *est-ce* », efface, réécrit « *selon* »

52. E : selon notre vitesse est-ce que le cœur accélère
53. E : selon comment on marche
54. HAON : mais si ça se trouve on n'a pas le même poids on n'a pas la même taille
55. P3 :-- on est bien d'accord mais la question de départ elle était la même pour tout le monde HAON on avait décidé de faire une course mais on aurait pu faire quoi encore
56. LENA : avec un truc là
57. P3 :-- plutôt que de descendre sur le plateau qu'est-ce qu'on aurait pu faire encore qu'est-ce qu'il fallait faire de toute façon et quoi qu'il en soit
58. E : du sport
59. E : un effort physique
60. P3 :-- ah ! Merci un effort alors (P3 écrit au tableau en même temps) selon l'effort que je fais
61. MAUD : mon cœur bat plus vite ou moins vite
62. E : et la respiration aussi
63. E : augmente ou diminue
64. P3 :-- quand ça augmente et que ça diminue qu'est-ce que ça fait moi j'aurais mis varient-ils
65. Plusieurs E : ah ! Oui

Au tableau noir

Selon l'effort que je fais, mon cœur et ma respiration varient-ils ?

66. P3 :-- ça c'était notre question de départ la question qu'on s'était posée et à laquelle on essayait de répondre par l'expérience alors les distributeurs aujourd'hui

Distribution d'une fiche contenant le répertoire des mesures faites par les élèves à la S2

Jeu n°1. Critiquer les mesures obtenues et éliminer les valeurs aberrantes. Minute 13 à 26. Interactions 67 à 149. (Durée 13 mn)

Minute 13

67. P3 :-- oui il manque des mesures car je n'ai pas eu toutes vos fiches alors s'il vous plaît dans un premier temps vous observez.....alors vos premières réactions alors il ya des trous je vais vous expliquer c'est que lorsque je vous ai demandé vos documents tout le monde ne me les a pas rendus
68. LENA : si
69. P3 :-- non LENA ah ! sinon j'aurais mis tout le monde voilà ensuite oui et puis ELIS n'a pas fait la course rythmée et LOLA non plus
70. MAUD : SAMI il l'a pas fait vous lui avez dit de pas le faire
71. P3 :-- eh bien il l'a faite quand même alors SAMI
72. SAMI : déjà y'a notre cœur qui bat plus vite que les autres
73. P3 :-- alors certains cœurs battent plus vite que les autres
74. ILHE : ce qui est bizarre c'est que ça fait 20 au repos ensuite ça augmente en course modérée et puis ça diminue vachement après

75. E : c'est normal
76. P3 :-- alors effectivement est-ce que ça te semble normal
77. ILHE : ben non
78. E : mais si
79. P3 :-- pourquoi
80. ILHE : parce qu'à la course rythmée on fait plus d'effort et notre cœur bat plus vite
81. P3 :-- est-ce que tu as une preuve dans ce document
82. Plusieurs E : ben oui
83. ETAN : au repos c'est 80 en course modérée c'est 120 et à la course rythmée c'est 200 (*chiffres pour PIEH*)
84. HAON : pour PIEH c'est vachement élevé
85. P3 :-- alors est-ce que c'est une preuve de ce que dit ILHE ETAN je comprends pas ce que tu veux montrer là tu veux prouver que ça augmente OK ILHE ETAN prend l'exemple de PIEH où la mesure au repos est plus faible qu'à la course modérée qui est elle-même plus faible qu'à la course rythmée mais PIEH dit je me suis peut-être trompé alors observons les autres est-ce qu'il y a dans le tableau d'autres exemples comme FRED où la course modérée provoque un rythme cardiaque plus élevé que la course rapide
86. E : ben non
87. E : si GURW peut-être
88. E : non
89. P3 :-- ah non 72 et 172 non
90. E : HAON
91. P3 :-- ah 100 ; 56 et 144 le rythme cardiaque de HAON au repos est plus important que celui en course et en course rythmée il redevient beaucoup plus élevé que les deux premiers nombres : CLEM 116 au repos 104 en course modérée et 164 à la course rythmée
92. P3 :-- OK alors que pensez-vous de ces de ces lignes-là
93. E : *inaudible*
94. P3 :-- alors effectivement il y a des chances pour qu'il y ait des erreurs dans les mesures
95. HAON : ben non en course modérée ça va battre moins vite et si on est en course rythmée ça va aller 10 fois plus vite
96. MAUD : mais toi ça va pas parce que ton cœur il bat plus vite au repos qu'à la course même modérée
97. P3 :-- donc le résultat de FRED qui a 56 en course rythmée et 132 en course modérée moi je vous propose d'entourer ces résultats parce que y'a un questionnement par rapport à ces résultats parce qu'ils sont différents des autres
98. E : on entoure lesquels
99. E : FRED
100. LENA : CLEM
101. P3 :-- alors le quel te parait aberrant 116 ou 104
102. LENA : 116
103. P3 :-- alors pourquoi 116
104. E : c'est énorme pour le repos
105. MAUD : 104 c'est bien
106. P3 :-- qu'est-ce qui te fait dire ça dans le tableau
107. E : 104 c'est un peu comme les autres mais pas 116

108. P3 :-- ah ! 104 est globalement en harmonie avec les autres enfants contrairement au résultat 116 qui est effectivement un peu donc on va entourer le 116 de CLEM

109. E : HAON aussi

110. P3 :-- quelle mesure vous paraît illogique

111. Plusieurs E : 56

112. MAUD : SAMI c'est très bien 100 ; 112 ; 120

Minute 20

113. P3 :-- oui c'est vrai après est-ce qu'on peut dire qu'il y a un résultat qui est particulièrement aberrant par rapport aux autres dans les résultats de SAMI son résultat au repos est peu élevé par rapport aux autres son résultat à la course modérée est un faible par rapport aux autres mais

114. E : c'est logique quand même

115. P3 :-- ce n'est pas très au-dessous ou très au-dessus des autres résultats donc ça reste des différences modérées donc on peut difficilement dire que ses résultats sont globalement erronés ensuite

116. E : LOLA

117. E : PIEH

118. P3 :-- ah oui le 200 est un petit peu élevé

119. E : oui mais y'a 172 quand même

120. E : oui ça va

121. PIEH : je me suis peut-être trompé

122. P3 :-- bon le 200 de PIEH mais j'ai pas dit que c'était faux on a dit que ça semblait bizarre c'est pas pareil

123. E : il a battu 200 fois

124. E : mais non c'est qu'elle a multiplié par 4

125. P3 :-- bon et puis il n'y a pas que les erreurs de calculs souvenez-vous vous avez couru il y a les mesures elles-mêmes qui peuvent être faussées on s'est arrêté on a mesuré la respiration et ensuite on a mesuré le rythme cardiaque qu'est-ce qui a pu se passer entre la fin de la course et la mesure oui vous avez eu le temps de vous reposer il est probable que notre expérience comporte on va dire des petites failles c'est tout à fait possible

126. E : y'en a un autre en LEAH

127. P3 :-- oui 48 on peut l'entourer concernant la respiration

128. E : ELIS ça passe de 60 à 156

129. P3 :-- oui et alors le 60 te paraît-il logique

130. E : c'est beaucoup comparé aux autres

131. P3 :-- oui donc il faut qu'on entoure et le 60 pour ELIS et le 156

132. E : et y'a le 74 de SAMI

133. P3 :-- oui le 74 de SAMI au repos

134. MAUD : y'a le 164 de PIEH

135. P3 :-- en même temps il a un rythme cardiaque très élevé et une mesure respiratoire très élevée alors soit il a vraiment fait deux erreurs soit il a fait un effort très grand en courant pourquoi pas est-ce qu'on a contrôlé la violence de son effort à PIEH

136. HAON : si ça se trouve c'est parce qu'il est plus grand

137. P3 :-- oui je sais pas peut être que physiologiquement je sais pas alors FRED a une mesure respiratoire au repos de 12

138. E : oui mais y'a 14

139. P3 :-- oui y'a 14

140. HAON : le 12 de FRED entre le repos et la course rythmée y'a vachement d'écart

141. E : maîtresse MEGA ça fait 28

Minute 25

142. E : oui ben NICO ça passe de 72 à 112 alors c'est bien pareil (*en réponse à HAON*)

143. P3 :-- oui MEGA tes résultats 28 à la course rythmée

144. MEGA : j'ai peut être pas bien compté les battements parce que j'avais la tête qui tournait

145. P3 :-- oui là c'est la respiration effectivement peut être que y'avait quelque chose chez toi *...inaudible...* alors on enlève le 28 de MEGA bon y'a chez GURW si on observe la feuille tous les résultats sont en augmentation

146. E : ben c'est bon

147. P3 :-- et chez lui c'est exactement la même mesure en même temps il a une mesure après la course rythmée qui est très faible est-ce qu'on l'entoure

148. E : oui parce que *...inaudible*

149. SAMI : oui mais mon 74 il va bien parce que il y a 84 après

Jeu n°2. Analyser les résultats en regard d'un tableau de référence. Minute 26 à 40. Interactions 150 à 205. (Durée 14 mn)

Minute 26

150. P3 :-- oui mais c'est par rapport aux autres peut être que tu t'es agité avant est-ce que tu étais vraiment au repos tu as couru en arrivant sur le stade alors tu n'étais pas tant que ça au repos y'a plein plein de petits facteurs qui font que nos mesures sont différentes les unes des autres bon nous avons fait une expérience une expérimentation et puis on s'aperçoit que y'a pas mal de chiffres qui nous semblent un petit peu bizarres voir même aberrants dans certains cas on constate qu'on était pas forcément tous exactement dans le même état au moment des mesures état de repos ou état de fatigue est-ce que donc une expérience comme ça comme nous avons mené peut être considérée comme menant à un résultat scientifique dont on est sûr qu'il va être juste

151. E : non

152. MAUD : il en faudrait plusieurs pour voir si ça change ou pas

153. P3 :-- et oui il faudrait en faire plusieurs effectivement les scientifiques les chercheurs est-ce qu'ils se contentent d'une seule expérience

154. MAUD : non plusieurs pour voir si la première était bien juste

155. P3 :-- voilà ils font plusieurs expériences de manière à croiser les résultats à éliminer toutes ces petites choses qui font que les résultats ne sont pas tous très harmonieux de manière à obtenir un résultat fiable et à dire je suis sûr de mon résultat est-ce qu'il n'y aurait pas un autre moyen que ce tableau-là pour se faire une idée peut-être un petit peu plus précise de nos observations je vous rappelle que l'objectif c'est de répondre toujours à la question (*P3 montre le TN en disant cela*)

Minute 30

156. HAON : ça fait comme LEAH ça passe de 48 à 88

157. SAMI : mais toi ça passe de 20 à 80

158. P3 :-- bon donc on a vu qu'il y a un certain nombre d'incertitudes on a vu que une mesure ne suffisait pas pour se permettre de dire qu'on a un résultat scientifique fiable et il y a également ce tableau qui présente euh qui est pas toujours évident à lire certains trouvent qu'un écart de 30 entre deux mesures

c'est beaucoup d'autres disent bof pas tellement bon euh est-ce qu'il y a un autre moyen et là je m'adresse à 7 élèves de la classe est-ce qu'il y a un autre moyen une manière un petit peu différente de voir les mêmes résultats qu'est-ce que je vous avais demandé de faire la dernière fois les CM1

159. E : de faire des diagrammes
160. E : *inaudible*...comme les diagrammes climatiques
161. P3 :-- sauf qu'au lieu de la pluviométrie ça pourrait être les battements du cœur effectivement
162. E : et la respiration comme les degrés
163. P3 :-- alors les CM1 avaient un travail qui était relativement difficile à faire et je voudrais que les CM2 s'y mettent aussi de manière à ce que l'on parle tous de la même chose oui LENA
164. LENA : oui y'a un appareil quand on respire ça fait pareil que ça un diagramme je crois enfin ça fait pareil qu'un diagramme je sais pas comment ça s'appelle
165. E : où ça à l'hôpital
166. P3 :-- donc les résultats que nous on a mesuré à vue de nez
167. MAUD : ...*inaudible*...le cœur
168. P3 :-- oui absolument il y a des appareils qui existent pour mesurer le cœur et la respiration de manière un petit plus fiable que nous effectivement
169. MAUD : oui parce que tu as des ventouses sur le corps et ...*inaudible*
170. P3 :-- si vous observez bien il n'y a pas que ce tableau-là sur le document
171. E : rythme cardiaque et respiratoire moyens d'un enfant de 12 ans
172. PICK : c'est celui-là qu'on avait quand on était sur le stade
173. P3 :-- ah oui tous les tableaux sont plus ou moins semblables il est croisé on le trouve dans l'autre sens est-ce que ça a une importance pour la lecture
174. E : non
175. P3 :-- il faut pas se tromper de case effectivement mais à part ça on trouve les mêmes résultats oui certes c'était ce qui m'intéressais en même temps de trouver les mêmes données alors quel intérêt pourquoi j'ai mis ce tableau d'après vous
176. ETAN : pour bien mesurer pour regarder le cœur et la respiration
177. P3 :-- pour mieux mesurer c'est ça que tu as dit
178. ETAN : pour mieux savoir pour mieux comparer
179. LENA : avant on en avait un chacun mais c'était pas les mêmes battements les mêmes mesures c'est fait pour mieux analyser au même niveau partout pour avoir les mêmes nombres partout
180. P3 :-- effectivement ce tableau peut servir à tous les élèves de la classe avec un seul résultat euh avec une seule série de chiffres à analyser d'accord ça effectivement c'est une possibilité deuxième possibilité ETAN nous dit c'est pour comparer pour vérifier que nos résultats sont pas si faux que ça oui alors moi j'y vois même un troisième intérêt

Minute 35

181. P3 :-- alors à l'inverse de ce document-là (le *tableau commenté précédemment en éliminant des valeurs*) où on est allé une seule fois sur le plateau là c'est un résultat oui
182. E : c'est la moyenne
183. P3 :-- oui qu'est-ce que ça veut dire
184. E : c'est comme une moyenne en note
185. E : c'est entre les deux

186. GURW : *inaudible*
187. P3 :-- ah ! c'est donc des nombres qui sont issus de plusieurs mesures et on a fait ce qu'on appelle une moyenne comme on fait pour les notes c'est-à-dire qu'on a pris le résultat moyen alors ça on verra ça en maths calculer les moyennes
188. MAUD : ils ont pris plusieurs enfants de 12 ans
189. P3 :-- oui ils ont pris plusieurs enfants ils les ont fait courir plusieurs fois et donc ETAN dit on a additionné l'ensemble des résultats et si on avait par exemple 200 résultats on les additionne tous ce qu'on obtient comme résultat on le divise par 200 et on obtient ce qu'on appelle la moyenne qui est peut être faux pour allez sur 200 enfants y'en a 150 qui n'ont pas exactement ce résultat mais c'est sur un groupe d'enfants du même âge mis dans la même situation sur plusieurs expériences c'est le résultat moyen on peut considérer par contre là que c'est un résultat fiable scientifiquement donc je vous ai donné le tableau avec exactement les mêmes données rythme cardiaque après un repos un effort moyen et intense la même chose pour le rythme respiratoire il y a les mêmes données que dans votre tableau à vous mais fait sur un plus grand nombre d'expériences alors première question est-ce que c'est à peu près en rapport avec vos propres résultats
190. LENA : oui puisque c'est la moyenne
191. P3 :-- eh c'est pas la moyenne de vos résultats à vous
192. LENA : c'est la moyenne de plusieurs
193. P3 :-- c'est une moyenne qui a été faite avec un certain nombre d'enfants de 12 ans
194. MAUD : si on regarde le 12 par exemple quand on a 60 ou 74 c'est pas bon
195. P3 :-- alors qu'est-ce qu'on peut dire sur ce 74 eh bien qu'on a certainement eu raison de l'entourer
196. MAUD : ce qui est dans les 20 ça va mais c qui est dans les 30 ça fait beaucoup trop
197. P3 :-- on peut penser qu'on peut admettre des fluctuations on peut penser aussi que vous êtes pas arrivés au repos total on peut discuter sur la notion de repos aussi alors là c'est pas couché y'avait une colonne « coucher » que j'ai enlevée où le rythme cardiaque et respiratoire étaient encore plus bas je l'ai enlevée parce qu'elle nous concerne pas en l'occurrence là c'est au repos debout normal comme vous
198. LENA : c'est bizarre j'ai l'impression que c'est plus élevé que les nôtres
199. P3 :-- alors la notion d'effort et d'effort intense
200. E : oui parce que si il est plus grand ça va changer
201. P3 :-- oui euh j'ai déjà eu du mal à trouver ce document-là faut pas m'agacer non plus peut être c'est possible y'a plein de choses la notion d'effort intense qui nous dit que l'effort qui a été fait là est le même que celui qu'on a fait
202. E : oh c'est pas un effort intense qu'on a fait
- Minute 39**
203. P3 :-- de la même manière que PIEH qui vous dit qu'il a fait le même effort que Matthys c'est difficile de savoir bref toujours est-il que ça c'est fait sur un grand nombre d'enfants tandis que votre expérience n'est que sur une course et sur même pas 24 enfants
204. MAUD : si on regarde la respiration c'est 50 la moyenne et y'en a qui sont

sur les 20 ; 72 mais y'a personne qui a fait 50

205. P3 :-- d'accord est-ce que dans ce tableau tu peux voir si y'avait pas des enfants qui avaient 20 et d'autres 72

Jeu n°3. Réaliser un diagramme des rythmes cardiaques et respiratoires en fonction de l'effort. Minute 40 à 60. Interactions 206 à 284. (Durée 20 mn)

Minute 40

206. P3 :-- 50 ça peut être la moyenne de 48 et 52 mais ça peut être aussi la moyenne de 25 et 75 tu peux pas répondre à ton interrogation OK je reviens à mes moutons étant donné que le travail que j'avais demandé aux CM1 la dernière fois était un petit peu difficile j'ai décidé de vous aider un petit peu plus en fabricant la trame et l'échelle du diagramme

207. E : oh c'est facile

208. P3 :-- eh bien on va voir si c'est si facile que ça

Distribution des feuilles photocopiées sur papier millimétré

209. P3 :-- alors à l'origine ça été fait sur papier millimétré

210. MAUD : déjà y'a le rythme cardiaque et le rythme respiratoire avec des graduations et à chaque graduation y'a deux carreaux

211. P3 :-- absolument alors par définition le papier millimétré entre deux petits traits il y a 1 millimètre entre deux gros traits j'ai

212. E : un centimètre

213. P3 :-- alors ne regardez pas l'échelle regardez votre trame entre deux gros traits j'ai

214. E : 5 millimètres

215. E : 1 cm

216. E : 1 cm²

217. P3 :-- 1 cm entre chaque gros trait il y a 1 cm carré effectivement c'est-à-dire un cm de côté 1 cm en verticale 1 cm à l'horizontale et étant donné que j'ai la trame à l'intérieur entre deux gros traits 10 intervalles chaque intervalle vaut combien

218. E : 1 mm

219. P3 :-- oui bien OK alors là en l'occurrence on ne mesure pas donc on ne va pas calculer en mm mais je voulais quand même vous le faire dire et en plus vous faire constater que l'échelle est régulière

220. LENA : et y'a un côté c'est pour le rythme cardiaque en nombre de battements par minute et y'a le rythme respiratoire par minute

221. P3 :-- d'accord pourquoi est-ce que j'ai fais deux échelles

222. E : parce que pour ...inaudible... les deux en même temps

223. E : mais comment on va faire

224. P3 :-- quand on regarde l'échelle est-ce que c'est la même ou pas

225. E : oui

226. P3 :-- eh oui c'est la même j'aurais pu me contenter d'une seule

227. E : ah oui mais c'est pour pas se perdre pour que ce soit plus

228. P3 :-- alors pour que ce soit plus lisible d'une part et d'autre part est-ce que j'étais obligée d'utiliser la même échelle

229. E : non

230. P3 :-- non pourquoi attention

231. E : parce que c'était deux mesures différentes

232. P3 :-- attention c'est parce que je mesure deux choses différentes si je mesurais la même chose j'aurais pas le droit de changer d'échelle en cours de route c'est clair qu'on se mette bien d'accord là-dessus effectivement j'aurais

- pu n'en faire qu'une et j'en ai fait deux
233. LENA : mais comment on va le faire
234. P3 :-- c'est la question suivante
235. E : avec les barres comme la pluviométrie
236. P3 :-- est-ce que nous allons faire des bâtons comme avec la pluviométrie
237. E : non
238. P3 :-- on va se fatiguer pour rien à mon avis
239. FRED : ben on peut avoir de battements de cœur plus grands plus bas
240. P3 :-- alors on va en discuter dans un instant on aurait pu faire des bâtons
l'objectif c'est de trouver cette mesure-là donc on peut simplement faire une
barre qui indiquait la quantité de battements mais nous là en l'occurrence on a
des chiffres donc je crois que le plus simple le plus rapide et le plus lisible ce
sera
241. E : une croix
242. P3 :-- on va mettre une croix au bon endroit alors comment trouver le bon
endroit est-ce qu'il n'y a que les échelles dans ma trame
243. E : y'a des chiffres
244. LENA : y'a des trucs là en bas
245. P3 :-- ah ! Il y a les trucs en bas j'ai mis une flèche au repos effort modéré
et effort important
246. LENA : ah j'ai trouvé par exemple au repos si on a 50 on monte jusqu'à
50 et on met une croix mais au même niveau que repos
247. P3 :-- absolument admettons que ce soit mon rythme cardiaque au repos
bon c'est un peu faible mais bref et alors ma respiration je la mets où à 12
248. LENA : comment on fait pour différencier les deux
249. E : on met une croix en couleur
250. P3 :-- par exemple un code couleur très bien
251. E : oui mais si c'est 52 où est-ce qu'on le met
252. LENA : on met un peu en dessous de 45
253. P3 :-- qu'est-ce qu'on vient de dire sur l'échelle
254. E : il est millimétré
255. P3 :-- ah ! Et comme il se trouve que j'ai 10 battements ou 10 respirations
pour un centimètre ou 10 millimètres
256. E : ben si par exemple tu fais 38 et bien tu comptes les mm
257. P3 :-- chaque millimètre vaut pour un battement ou une respiration soit tu
vas à 40 et tu descends de 2 soit tu vas à 30 et tu montes de 8 j'ai une
deuxième question vous avez dit on va utiliser un code couleur selon qu'il
s'agit du rythme cardiaque ou du rythme respiratoire donc est-ce que je vais
placer mon rythme cardiaque et mon rythme respiratoire sur la même verticale
258. E : non
259. E : si ben si puisqu'on a un code couleur
260. E : et en dessous on mettra la légende
261. P3 :-- oui alors on va s'instaurer un code couleur par exemple le rouge
262. E : oui rouge pour cardiaque
263. E : et le bleu pour respiration
264. E : non orange
265. E : non bleu bleu
266. E : vert

Et P3 écrit au tableau : *rythme cardiaque rouge*



rythme respiratoire



Minute 49

267. P3 :-- je vous explique je ne prends pas le bleu parce que le bleu dans la suite de la leçon va nous servir à un autre code pour pas tout mélanger et le orange est trop proche du rouge
268. E : j'ai du jaune
269. P3 :-- vous utilisez la couleur que vous voulez l'essentiel c'est que ça se rapproche de ça dernière question quels chiffres allons-nous utiliser
270. E : ben les nôtres
271. E : non la moyenne
272. E : ceux d'en bas dans le petit tableau que vous nous avez donné sinon il sert à rien
273. E : ben si il sert pour comparer
274. P3 :-- attendez est-ce que votre diagramme sera juste si vous utilisez le tableau en bas
275. MAUD : ben si puisque il a été obtenu scientifiquement alors
276. E : *inaudible*
277. P3 :-- ça dépendra aussi du titre qu'on donnera à notre schéma diagramme des rythmes respiratoires et cardiaques d'un enfant de 12 ans c'est bon si vous souhaitez utiliser vos résultats quelle est la condition
278. E : ah ! Qu'on mette pas ces résultats (*en désignant le TN où ont été collectés les résultats « aberrants »*)
279. P3 :-- ceux qui ont des résultats entourés peuvent-ils utiliser leurs propres résultats
280. E : non
281. P3 :-- ceux qui ont des résultats entourés il va falloir qu'ils utilisent le tableau car ils retombent sur des résultats fiables les autres je ne vois pas d'inconvénients à ce qu'ils utilisent leurs résultats à ce moment-là la légende pourra changer ce sera MON rythme cardiaque et MON rythme respiratoire en fonction de l'effort
282. LENA : mais après quand on va parler de la leçon on va parler des mêmes
283. P3 :-- vous avez très exactement 5 minutes

Minute 51' à 60

Les élèves construisent leur diagramme soit à partir de leurs mesures individuelles soit à partir des mesures de référence du tableau, au repos, à l'effort modéré et à l'effort important et sur la feuille de papier millimétré fournie.

284. P3 :-- quand vous avez terminé vous réfléchissez à ce que vous allez bien pouvoir faire de ça on va essayer de faire une trace écrite commencez à réfléchir à ça

Poursuite des réalisations des diagrammes, P3 passe d'élève en élève et aide ELIS qui a un bras dans le plâtre.

Jeu °4. Élaborer une trace écrite résumant les travaux de S1, 2, 3. Minute 60 à 69. Interactions 285 à 322. (Durée 29 mn)

Minute 60

285. P3 :-- alors qu'obtient-on
286. PICK : une série de points (*en montrant sa feuille levée à P3*)
287. P3 :-- qu'est-ce que ça dit est-ce qu'on peut distinguer une forme quelque chose

288. MATT : en fait la respiration est moins élevée que les battements du cœur ça fait une montée
289. P3 :-- la respiration est moins élevée que les battements du cœur oui alors qu'est-ce que ça veut dire que ça fasse une montée
290. E : que ça augmente
291. P3 :-- qu'est-ce qui augmente
292. E : le rythme cardiaque
293. P3 :-- en fonction de quoi
294. E : de l'effort
295. P3 :-- ah ! Donc plus l'effort
296. E : est important
297. P3 :-- est important plus
298. E : plus ça augmente
299. E : ça augmente
300. P3 :-- ça augmente quoi augmente

P3 efface le TN où étaient indiquées les mesures aberrantes éliminées précédemment et écrit désormais

Plus l'effort est important

301. E : ça augmente le rythme cardiaque et la respiration
302. P3 :-- oui alors tu fais une phrase s'il te plaît avec
303. E : plus l'effort est important et plus la respiration et le rythme cardiaque augmentent
304. LENA : et ça répond à notre question
305. P3 :-- est-ce que ça répond à notre question
306. E : oui
307. P3 :-- formidable

Et P3 finit d'écrire :

Plus l'effort est important , plus la respiration et le rythme cardiaque augmentent

308. P3 :-- bon, OK, peut être que comme l'ont proposé GABI et MAUD on pourrait expliquer un petit peu quelle a été notre démarche pour arriver à cette conclusion
309. E : nous avons fait un diagramme
310. LENA : comment on peut l'appeler d'ailleurs
311. P3 :-- alors quel va être le grand 1 dites-moi vous parlez tous en même temps je n'entends rien
312. E : définitions, expérience
313. E : expérience pour faire la mesure
314. P3 :-- étant donné qu'on répond à une question

Et P3 écrit au tableau :

Selon l'effort que je fais mon

315. P3 :-- mon cœur varie-t-il c'est pas très joli
316. E : varie tout simple varie
317. P3 :-- qu'est-ce qui varie est-ce que c'est la mesure
318. E : non le rythme
319. P3 :-- oui c'est le rythme

P3 écrit au tableau la trace écrite en interaction avec les élèves :

I. Selon l'effort que je fais mon rythme cardiaque et mon rythme respiratoire varient-ils ?

**Nous sommes allés faire du sport pour trouver nos mesures cardiaque et*

respiratoire. Nous avons comparé et analysé nos résultats. Puis nous avons reporté nos mesures sur un diagramme.

** Plus l'effort est important, plus la respiration et le rythme cardiaque augmentent*

320. P3 :-- s'il te plaît MINA veux-tu bien relire la leçon

321. MINA : Selon l'effort que je fais mon rythme cardiaque et mon rythme respiratoire varient-ils ? Nous sommes allés faire du sport pour trouver nos mesures cardiaque et respiratoire. Nous avons comparé et analysé nos résultats. Puis nous avons reporté nos mesures sur un diagramme. Plus l'effort est important, plus la respiration et le rythme cardiaque augmentent

322. P3 :-- alors on aurait pu se poser plein d'autres questions nos résultats à mon avis nous permettent guère que de répondre à celle-là et ça tombe bien parce que c'était cette question qu'on se posait vous allez pouvoir partir en récréation

Fin à minute 69

4. TRANSCRIPTION DE S4

Jeu 0. Rappels de S3 et problématisation. Minute 0 à 5. Interactions 1 à 19. (Durée 18 mn)

1. P3 :-- alors la dernière séance en sciences, qu'est-ce que nous avons fait ?
2. MATT : on avait fait un diagramme, on a noté nos résultats et *...inaudible...*ceux des autres
3. P3 :-- ou ceux du tableau de référence, oui, et puis LENA, on a fait autre chose
4. LENA : ...et on a fait une trace écrite de la leçon
5. P3 :-- absolument, une trace écrite qui résumait ce que nous avons fait oui et l'analyse de nos résultats, oui, MATT
6. MATT : on a regardé les résultats de la classe et on a enlevé ceux qui étaient trop haut ou trop bas
7. P3 :-- ceux qui semblaient un petit peu anormaux oui d'accord donc effectivement nous avons observé les résultats du tableau avec la grille de référence, réalisé une trace écrite sur la démarche et ce que nous en tirions et ensuite à partir du tableau nous avons tracé des points sur un diagramme qui vous ont permis de tirer la même conclusion que celle que vous aviez tiré à partir du tableau
8. LENA : que plus on courait vite plus le cœur battait vite

*Inaudible, interruption et départ d'une élève de la classe pour transport par VSL.
Reprise à minute 4*

9. P3 :-- nous avons donc conclu que lorsqu'on fait un effort, le cœur battait plus vite et la respiration augmentait son rythme
10. LENA : pourquoi
11. P3 :-- oui, voilà la question qu'on se posait, moi j'aimerais bien savoir pourquoi lorsque je cours lorsque je fais un effort
12. LENA : mais on l'a dit, parce que on fait un effort physique
13. MAUD : quand on court le sang doit aller plus vite
14. LENA (*approuvant*) : oui, oui, on l'a dit, voilà
15. MAUD : vu que le cœur augmente il a besoin de plus de sang

Pendant cet échange entre élèves, P3 écrit au tableau :

Pourquoi mon cœur bat-il plus vite quand je fais un effort ?

16. MAUD : et ça va plus vite parce qu'on fait un effort physique, le cœur travaille plus
17. P3 :-- oui, mais pourquoi ?
18. E : ben, on absorbe plus de sang, je crois
19. E : oui, mais pourquoi ? C'est ça qui faut chercher

Jeu n°1. Comprendre 3 documents pour répondre à la question pourquoi le cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ? Minute 5 à 44. Interactions 20 à 162. (Durée 39 mn)

Phase 1 : explication des mots non compris (tdp 20 à 55)

Phase 2 : utilisation des documents (tdp 56 à 162).

Minute 5. Phase 1 : explication des mots non compris (tdp 22 à 55)

20. P3 :-- alors voyez le hasard fait quand même bien les choses, *P3 donne des fiches photocopiées à distribuer aux élèves. Distribution documents*
21. P3 :-- alors je vous ai préparé 3 documents, le premier document qui s'appelle les besoins des muscles, le deuxième document qui s'appelle débit sanguin au repos et pendant une activité physique et le troisième document qui s'appelle comment l'oxygène arrive dans le sang, doivent vous aider à répondre à la question pourquoi mon cœur bat-il plus vite quand je fais un effort ? Donc vous allez lire l'ensemble de ces documents en essayant de comprendre pas simplement parcourir des eux je vous donne 3ou 4 minutes pour lire
Lecture silencieuse
22. P3 :-- alors y a -t'il des mots que vous n'avez pas compris ?
23. MATT : alvéole
24. La classe : oh !
25. P3 :-- qui peut expliquer ce qu'est une alvéole pulmonaire ? Pati
26. Pati : ce sont des poches qui prennent l'air et qui les amènent, qui constituent les poumons
27. P3 :-- voilà, c'est ce qui constitue les poumons ce sont les tout petits sacs à l'extrémité des bronchioles qui permettent à l'ensemble de ...*inaudible*...de se rencontrer, ensuite
28. ELIS : capillaires
29. E : oh ! ça on l'a vu
30. P3 :-- en plus c'est marqué, dans le dernier texte ces alvéoles sont entourées de multitudes de très petits tuyaux : les capillaires sanguins
31. E : c'est des tout petits tuyaux
32. P3 :-- oui, donc c'est ce sont les plus petits de nos vaisseaux sanguins et ils sont tellement petits qu'on ne les appelle plus des vaisseaux on leur donne un autre nom, les capillaires, ensuite MATT
33. MATT : le débit sanguin
34. LENA : en plus c'est marqué en dessous, le débit sanguin est la quantité de sang qui traverse l'organe pendant une minute
35. P3 :-- voilà, donc le débit ça va se mesurer en quelle unité ? ETAN, en millilitres par minute alors ça dépend, si c'est au niveau des capillaires c'est en millilitres par minute si c'est je sais pas moi pour calculer le débit d'un robinet ça peut être des litres par minute tout dépend de la taille des tuyaux, HAON
36. HAON : j'arrive pas à lire là, le glu...cose
37. Plusieurs élèves : glucose
38. P3 :-- le glucose, waouh

39. E : on l'a vu
 40. E : c'est ce qui y'a dans les pâtes
 41. ETAN : c'est un nutriment
 42. P3 :-- c'est un effectivement des nutriments qui permettent de vivre, c'est un nutriment et pourquoi alors est-ce que glucose est bien marqué réaction chimique entre le dioxygène et les nutriments entre parenthèses glucose
 43. E : c'est par ce qu'il est important
 44. P3 :-- c'est le nutriment principal qui entre en ligne de compte, PIEH
 45. PIEH : et les glucides alors
 46. P3 :-- les glucides c'est
 47. E : c'est un peu la même chose

P approuve de la tête

48. E : une réaction chimique
 49. LENA : c'est quand l'O₂ et les nutriments se croisent, ça libère une énergie et une partie est utilisée par les muscles et après elle est transformée en chaleur et elle est évacuée par la peau c'est pour ça qu'on transpire
 50. P3 :-- effectivement une réaction chimique MATT c'est quand plusieurs éléments chimiques se rencontrent alors là en l'occurrence le glucose et le dioxygène et il faut quand même que ça se passe dans le muscle et ça va faire effectivement ça va produire quelque chose, c'est-à-dire que de deux éléments, tu vas faire, tu vas provoquer une réaction chimique qui va donner autre chose, alors ça peut donner par exemple une explosion, là non, en l'occurrence, ça peut donner un nouveau produit, là par exemple, une production de chaleur, c'est un exemple, des réactions chimiques y'en a énormément
 51. E : dioxyde de carbone
 52. P3 :-- alors pour qu'on comprenne bien les choses, dioxyde de carbone c'est CO₂ et l'oxygène c'est O₂ c'est ce que vous appelez communément l'oxygène *en même temps P3 note au tableau*
Dioxyde de carbone CO₂
Dioxygène O₂
 53. E : ça O₂ c'est le meilleur, c'est celui qu'on inspire
 54. LENA : et le CO₂ on l'expire
 55. P3 :-- je vais vous demander, vous écoutez la consigne, vous allez vous mettre par deux mais écoutez avant je vais vous demander de sélectionner dans ces textes ce qui vous paraît important pour répondre à cette question (*P3 désigne le tableau*) vous pouvez surligner au stabilo, souligner au crayon de papier, mettre à l'écrit dans la marge d'accord, avec ces éléments que vous aurez sélectionné on pourra peut être répondre à la question OK

Constitution des paires par P3

Minute 16. Phase 2 : utilisation des documents (tdp 56 à 162).

56. P3 :-- je vous donne cinq minutes dépêchez-vous

Travaux par deux. À 26, fin des travaux de groupes

57. P3 :-- alors LEAH et SOLE
 58. LEAH : alors l'augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire permet d'apporter beaucoup plus de dioxygène et de glucose et de façon plus durable
 59. P3 :-- vous êtes d'accord que c'est important *et P3 note au tableau :*
60. ↑ cœur-resp → +de O₂ +glucose et +uite
 61. P3 :-- MAUD et GABI
 62. GABI : plus le muscle est actif, plus il consomme du dioxygène et du glucose et rejette du dioxyde de carbone *et P3 note au tableau :*

+muscle actif, +consomme O₂ et rejette CO₂

63. MAUD : pour que ces échanges entre le sang et les muscles augmentent, le débit sanguin doit augmenter au niveau des muscles
64. P3 :-- alors qu'est-ce que ça veut dire ça ?
65. MAUD : que quand le dioxygène rentre et le dioxyde de carbone sort et bien il faut...
66. P3 :-- LENA
67. LENA : le sang hé ! bien quand on court ça doit aller plus vite par exemple dans les muscles on a des veines et quand on ... *inaudible*... avec les muscles, le sang il doit aller plus vite quoi ! au niveau de nos muscles, quand on court tous nos muscles ils sont en action
68. E : pas obligé
69. P3 :-- tous nos muscles qui mobilisent ton mouvement, d'accord, on est d'accord
70. LENA : et donc voilà c'est du à l'augmentation du rythme cardiaque et respiratoire
71. P3 :-- alors est-ce que c'est parce que j'ai plus de besoin au niveau des muscles que je respire plus vite ou l'inverse, alors j'ai marqué ici plus le muscle est actif et plus il consomme d'oxygène et rejette de CO₂
72. E : et donc notre respiration augmente
73. P3 :-- non, c'est pas ce qui est marqué là je suis désolée, je reste sur la phrase de MAUD, pour que ces échanges entre le sang et les muscles augmentent, le débit sanguin doit augmenter au niveau des muscles, alors je pense que nous avons marqué la première partie de la phrase plus le muscle est actif plus il consomme du dioxygène et du glucose et rejette du dioxyde de carbone
74. MAUD : et le débit sanguin doit augmenter au niveau des muscles
75. P3 :-- eh bien oui alors comment je le marque ?
76. E : oui mais maîtresse moi je dis des fois y'a des organes quand tu cours y'en a qui sont pareils que ceux-là qui courent pas (*en rapport avec le doc 2 dessiné*)
77. P3 :-- qu'est-ce que tu me dis, reprends
78. E : ben là sur la photo, les muscles ils sont dix fois plus gros
79. P3 :-- ah ! oui HAON
80. HAON : les muscles ils sont dix fois plus gros quand on court
81. MAUD : ils sont pas dix fois plus gros ils prennent
82. E : mais les muscles sur le dessin, ils sont pas rikiki comme ça
83. MAUD : c'est pas qu'ils sont plus gros c'est qu'ils prennent plus de sang
84. E : non ils prennent moins de sang
85. MAUD : non, plus ils sont gros plus ça veut dire qu'ils prennent plus de sang
86. HAON : eh bien excuse moi mais le cerveau là y'a écrit 750 et là aussi
87. MAUD : oui, 750 litres de sang par minute
88. HAON : et les reins c'est pas pareil, ça fait 600 hein
89. P3 :-- alors HAON, est-ce que tu peux aller jusqu'au bout de ton raisonnement s'il te plaît
90. HAON : ben, les muscles les plus gros, tu fais plus d'effort quand tu cours que quand t'es sur place que tu fais pas de mouvement
91. P3 :-- alors si j'ai bien compris tu as remarqué qu'il y avait une grosse tâche, là qui représente quoi
92. Plusieurs élèves : les muscles
93. E : non
94. P3 :-- relis bien

95. E : la totalité
96. E : les muscles
97. E : le glucose
98. MAUD : la quantité de sang qu'il y a par minute
99. P3 :-- regardez le titre du schéma, HAON, débit sanguin au repos et pendant une activité physique autrement dit si je prends la définition de débit sanguin quantité de sang qui traverse mon muscle en une minute à gauche du schéma au repos 1 200 millilitres et 12 500 millilitres de sang qu'est-ce que ça veut dire, HAON
100. HAON : qu'on en a dix fois plus dans celui-là qui court
101. P3 :-- de quoi
102. HAON : et beh de sang (*un peu agacé*)
103. P3 :-- de sang qui passe, le muscle ne se gorge pas de sang, à exploser alors est-ce que j'ai eu raison de marquer quand le muscle est actif augmentation du débit sanguin
104. E : oui
105. E : mais ça reste pas dedans ça passe (*à l'adresse de HAON*)
106. P3 :-- donc c'est une autre manière de constater cette grosse tâche-là, d'accord, ensuite MINA et CLEM
107. MINA : ils ont déjà dit ce qu'on avait souligné
108. P3 :-- d'accord, LOLA et ELIS
109. ELIS : ils l'ont déjà dit
110. P3 :-- d'accord, MATT
111. MATT : le sang transporte l'oxygène dans tout le corps
112. P3 :-- c'est important ça comme information
113. Plusieurs élèves : oui
114. P3 :-- oui parce que jusqu'à maintenant on le savait pas *et P3 écrit au tableau :*
- Le sang transporte l'O₂ dans tout le corps***
115. P3 :-- alors est-ce que vous avez une information pour savoir si le sang ne transporte que l'oxygène
116. LENA : non, il transporte autre chose
117. MAUD : dans la phrase il ya beaucoup plus de dioxygène et de glucose donc il apporte pas que ça il apporte des nutriments aussi
118. LENA : et on l'a vu dans l'estomac il apportait autre chose
119. P3 :-- absolument, il ne transporte pas que l'oxygène et le glucose ce sont les deux principaux mais y'a pas que ça, c'est sûr
120. MAUD : y'a peut être plus de dioxygène et de glucose transportés par le sang
121. P3 :-- disons que là c'est ce qui nous préoccupe le plus parce que c'est le plus évident oui
122. PICK : je pense à une phrase importante dans les muscles, une réaction chimique entre le dioxygène et les nutriments glucose libère de l'énergie dont une partie est utilisée par les muscles pour leur fonctionnement
123. P3 :-- alors cette réaction chimique, on a vu que le muscle ayant besoin de glucose et de dioxygène au bout de la petite flèche y'a quoi
124. E : énergie, chaleur, dioxyde de carbone et eau
125. P3 :-- oui mais c'est quoi ça
126. MAUD : ce qui se passe
127. P3 :-- oui, ce qu'il fait avec, ce qui se passe dans le muscle, énergie ça

vous dit rien

- 128. E : si énergie musculaire
- 129. P3 :-- chaleur
- 130. E : on a chaud
- 131. P3 :-- dioxyde de carbone, faites appel à votre mémoire
- 132. LENA : respiration
- 133. E : quand on expire
- 134. P3 :-- oui, expiration et eau
- 135. E : ben on a soif on boit
- 136. E ; quand on fait un effort physique on a besoin de boire
- 137. E : on est déshydraté, l'eau s'évacue

Minute 40

- 138. MATT : quand on a bu de l'eau, l'eau elle ressort quand on a chaud la transpiration c'est l'eau qui sort
- 139. P3 :-- oui, là aussi il y a quelques fameuses réactions chimiques avant qu'on y arrive. Y a-t-il des choses intéressantes dans le troisième texte
- 140. PICK : le sang transporte l'oxygène
- 141. E : c'est que j'ai dit tout à l'heure hein
- 142. HAON : les poumons sont constitués de 200 millions de petites poches
- 143. P3 :-- ça il me semble qu'on en avait déjà parlé au moment de la respiration
- 144. GABI : glucose plus dioxygène égal énergie plus chaleur plus dioxyde de carbone plus eau
- 145. P3 :-- bon, l'intérêt c'est pas vraiment que vous appreniez la réaction chimique parce qu'elle ne vous concerne pas vraiment c'était pour que vous voyiez, pour que vous compreniez un certain nombre de phénomènes, pourquoi j'ai chaud, pourquoi est-ce que je transpire etc, euh, moi y'a un lien qui me manque quand même euh, je sais que le sang transporte de l'oxygène très bien, je sais que le muscle consomme de l'oxygène très bien, je sais que si mon cœur augmente et ma respiration augmente je vais consommer plus
- 146. E : le sang va aller plus vite
- 147. P3 :-- mais il me manque un lien MATT
- 148. MATT : au repos ton sang passe dans tes poumons en une minute
- 149. P3 :-- et alors
- 150. MATT : ça veut dire que quand tu cours le sang passe plus vite que quand t'es au repos
- 151. P3 :-- absolument, et pourquoi
- 152. MAUD : pasque le battement de cœur accélère alors euh il a besoin...
inaudible
- 153. E : non le sang ralentit alors on a besoin de moins de
- 154. MAUD : là c'est pasqu'on fait moins d'effort. Quand on court euh

Chevauchement de paroles, inaudible

- 155. P3 :-- je répète, je sais plus ce que j'ai dit, bon, je veux bien que le corps ait besoin d'oxygène que ce soit le sang qui transporte l'oxygène jusqu'aux muscles d'accord et le sang il le prend où l'oxygène
- 156. E : beh dans la bouche
- 157. E : ben non dans les poumons
- 158. LENA : l'air arrive dans les poumons et passe par les alvéoles pour arriver dans le sang
- 159. P3 :-- ah ! Quand même, alors où le sang vat-il chercher l'oxygène

160. E : dans les alvéoles
 161. E : dans les poumons
 162. P3 :-- voilà, donc l'oxygène arrive dans le sang donc des poumons et vers le sang, *en même temps P3 écrit au tableau :*
L'O₂ passe dans les poumons vers le sang

Jeu n°2. Élaborer une trace écrite-bilan des acquis des documents pour répondre à la question pourquoi le cœur bat-il plus vite à l'effort. Minute 44 à 56. Interactions 163 à 222.

Minute 44

163. P3 :-- bon, on a un certain nombre d'éléments maintenant ça va nous permettre de faire une trace de façon à répondre à cette fameuse question c'est grand deux n'est-ce pas

P3 écrit au tableau

II. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?

164. P3 :-- allez, je vous écoute
 165. GABI : le sang transporte de l'O₂ dans tout le corps
 166. P3 :-- je voudrais qu'on explique pourquoi mon cœur bat plus vite lorsque je fais un effort voilà
 167. ETAN : pasque les muscles ils ont besoin de plus de nutriments
 168. P3 :-- alors déjà, on peut dire que pour fonctionner un muscle a besoin
 169. E : de sang
 170. E : de nutriments
 171. E : de plus de sang
 172. P3 :-- pour fonctionner est-ce qu'il a besoin de plus
 173. MAUD : il a besoin de sang

P3 écrit au tableau :

Pour fonctionner un muscle a besoin de

174. E : il a besoin que le sang PASSE
 175. E : il a besoin de nutriments
 176. P3 :-- ah ! Il a besoin de nutriments notamment
 177. E : du glucose
 178. P3 :-- oui et de quoi d'autre
 179. E : d'alvéoles
 180. E : non, c'est dans les poumons

P3 écrit :

nutriments, notamment de glucose et de

181. E : de O₂ de l'oxygène ! *Et P3 écrit :*
Dioxygène (O₂)
 182. P3 :-- alors comment est-ce que ça lui arrive tout ça, les nutriments et le dioxygène ils sont comme ça dans le muscle ?

Minute 47

183. E : ils passent dans le sang
 184. P3 :-- ah ! Il faut peut être le dire *et P3 écrit :*

Pour lui arriver

185. LENA : pour lui arriver le sang va le chercher aux poumons
 186. P3 :-- alors on va reprendre la phrase et P3 écrit :

Ces éléments sont transportés par le sang

187. P3 :-- bon, ça c'est la première des choses, c'était important à dire on l'avait pas dit jusqu'à maintenant, un muscle pour fonctionner a besoin de glucose de dioxygène et ça lui arrive par le sang d'accord, ensuite

188. LENA : quand le muscle est en mouvement il a besoin de plus d'oxygène et le sang passe plus vite ses besoins augmentent donc la circulation sanguine va augmenter il a besoin de plus de sang donc le cœur bat plus vite *et P3 écrit : Lorsque le muscle est en mouvement, ses besoins augmentent donc le cœur doit battre plus vite*
189. P3 :-- précisons, le cœur bat plus vite mais est-ce pour autant comme le disait HAON, il y a plus de sang dans le muscle ?
190. E : non ! Il passe plus vite et c'est tout !
191. P3 :-- alors on le précise *et P3 écrit : (et le sang passe plus vite donc il en passe plus par minute)*
192. HAON : c'est ce qui est sur l'image
193. P3 :-- oui absolument HAON
194. MAUD : le sang passe plus vite et c'est pour ça aussi qu'on respire plus vite parce qu'il a besoin de plus de dioxygène et plus de dioxyde de carbone
195. P3 :-- alors comme le muscle a plus besoin de O₂ et de glucose
196. E : le cœur doit battre plus vite
197. P3 :-- et qu'est-ce qui doit aller plus vite aussi
198. E : les battements du cœur
199. E : la respiration, c'est pour ça qu'on est essoufflé *et P3 écrit : Et la respiration doit augmenter*
200. P3 :-- et la respiration doit augmenter pourquoi ?
201. ILHE : pasque le cœur bat plus vite
202. MAUD : pasque le sang circule plus vite
203. GURW : pasque les organes ont besoin d'air
204. P3 :-- pas exactement d'air de dioxygène
205. LENA : ben là on a répondu à la question

Minute 52

Au tableau:

II. Pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ?

Pour fonctionner un muscle a besoin de nutriments, notamment de glucose et de dioxygène (O₂)

Pour lui arriver ces éléments sont transportés par le sang.

Lorsque le muscle est en mouvement, ses besoins augmentent donc le cœur doit battre plus vite (et le sang passe plus vite donc il en passe plus par minute) et la respiration doit augmenter et la respiration doit augmenter

206. P3 :-- bon on va relire

LOLA relit le résumé au tableau

207. E : maîtresse on peut écrire que si le cœur bat plus vite forcément la respiration va augmenter, ben c'est un peu le moteur
208. P3 :-- oui, on l'a quand même écrit ça si je relis sans les parenthèses « le cœur doit battre plus vite et la respiration doit augmenter »
209. E : ah oui c'est bon
210. MATT : quand les muscles ont besoin de sang et de respiration c'est pour ça que quand on court le cœur bat plus vite et la respiration va plus vite, le sang va plus vite dans les muscles et la respiration aussi
211. P3 :-- on aurait pu parler d'adaptation du corps
212. LENA : aux besoins des muscles
213. P3 :-- à ses besoins, au besoin des muscles d'accord très bien et alors maintenant qu'on sait tout ça
214. E : ben on a répondu à la question

215. P3 :-- y'en a d'autres
 216. E : et la prochaine question ça va être quoi
 217. P3 :-- ah ! ben je sais pas c'est à vous de réfléchir, pourquoi le muscle a-t-il besoin de tout ça ben pour fonctionner pour son fonctionnement
 218. LENA : l'année dernière on avait fait la circulation autrement enfin c'est pas pareil
 219. P3 :-- on va réussir tu vas voir on va recoller les morceaux
 220. LENA : on n'avait pas comment dire y'avait des veines qui passaient partout

Minute 56 fin séance

5. TRANSCRIPTION DE S5

Jeu 0. Reprise de la trace écrite de S4. Minute 0 à 4. Interactions 1 à 14. (Durée 4 mn)

1. P3 :-- HAON, qu'avons-nous fait la dernière fois ?
2. HAON : on avait fait, on avait posé la leçon oui euh, on avait écrit au tableau une question, on avait un texte et on devait surligner ce qui devait nous aider à trouver la réponse et c'est tout
3. LENA : et après on a écrit ce qu'on a appris la réponse à la question
4. P3 :-- oui, donc à partir de documents je vous avais demandé de surligner les éléments qui vous permettaient de répondre à la question que nous nous étions posée en début de séance et ensuite nous avons fait une trace écrite qui répondait à la question et donc représente la trace écrite que vous aurez sur vos cahiers, alors voilà justement, y'avait que VALI qui avait copié et donc je vous ai fait photocopié la trace écrite de VALI et vos camarades vont les distribuer s'il vous plaît

Distribution des documents

5. P3 :-- alors vous relisez bien entendu

Lecture silencieuse

6. P3 :-- VALI s'il te plaît tu peux lire le texte
7. E : oh ! Le bol
8. VALI : pourquoi mon cœur bat-il plus vite lorsque je fais un effort ? Pour fonctionner un muscle a besoin de nutriments, notamment de glucose et de dioxygène (O₂). Pour lui arriver ces éléments sont transportés par le sang.
9. P3 :-- tu continues LEAH
10. LEAH : lorsque le muscle est en mouvement, ses besoins augmentent donc le cœur doit battre plus vite et le sang passe plus vite donc il en passe plus par minute et la respiration doit augmenter et la respiration doit augmenter
11. P3 :-- pas de question par rapport à ça
12. MAUD : c'est bizarre, le sang passe plus vite et il en passe plus par minute, ça répète
13. P3 :-- alors est-ce que ça répète le sang passe plus vite et il en passe plus par minute
14. E : non

Jeu n°1. Traduire la trace écrite de S4 par un schéma. Minute 4 à 46.

Interactions 15 à 97. (Durée 42 mn)

Phase 1 : travaux par deux (minute 4 à 24, tdp 15 à 18)

Phase 2 : mutualisation des recherches (minute 24 à 40, tdp 19 à 76)

Phase 3 : les conditions d'élaboration d'un schéma (minute 40 à 46, tdp 77 à 97)

Minute 4. Phase 1 : travaux par deux (minute 4 à 24, tdp 15 à 18)

15. P3 :-- oui et non c'est deux manières de dire un petit peu la même chose mais il peut y avoir des nuances quand même, d'accord, c'est pour ça que j'ai mis les deux alors ce que je vais vous demander maintenant à partir de ce texte qu'on a relu ça va être d'essayer de me faire un schéma à la lecture de ce texte vous avez compris des choses
16. E : est-ce qu'on peut se mettre à deux
17. P3 :-- y'a des éléments qui sont cités, je vais vous demander de faire un schéma qui représente le texte que vous avez sous les yeux alors vous allez travailler par groupe je rappelle qu'un schéma ça n'est pas un dessin de la réalité c'est une représentation schématique ça va être une manière de dire la réalité de la façon la plus simple possible pour que ce soit compréhensible par tout le monde vous vous mettez par binôme de table

Répartition des groupes

18. P3 :-- un schéma ça se fait au crayon papier pas au stylo mais vous pouvez utiliser la couleur

Travaux de groupes. Affichage des productions

Minute 24. Phase 2 : mutualisation des recherches (minute 24 à 40, tdp 19 à 76)

19. P: vous commencez à observer les schémas ceux qui sont au fond vous pouvez vous approcher
Observation en silence des schémas affichés
20. P3 :-- avez-vous des remarques à faire, des questions à poser
21. E: on voit bien c'est bien expliqué on comprend (*en référence au dessin de ILHE et ELIS*)
22. ILHE : ils n'ont pas mis les nutriments et le glucose (*en référence au schéma de PIEH et GURW*)
23. P3 :-- oui, il n'y a pas non plus de dioxygène, est-ce qu'on aurait pu le rajouter
24. FRED : oui, on aurait pu mettre des petites bulles dans le sang qui est dans les veines et mettre à côté dioxygène ou glucose
25. P3 :-- oui donc on peut le rajouter MAUD
26. MAUD : je vois pas le schéma en haut à droite je vois le cœur et après je vois pas ce que c'est (*en référence au dessin de ILHE et ELIS. P3 approche le dessin près de MAUD*) ben on a l'impression que le glucose arrive du cœur
27. P3 :-- euh non ce sont des flèches qui arrivent dans le cours de la circulation alors qu'est-ce qui pourrait manquer si on voulait rajouter quelque chose
28. E : l'oxygène
29. MAUD : ben montrer que ça vient pas du cœur
30. P3 :-- montrer que ça vient pas du cœur et donc
31. E : on pourrait mettre les poumons
32. P3 :-- oui, les poumons sont là sur la figure et l'arrivée de dioxygène est là un peu plus bas effectivement donc qu'est-ce qu'on aurait pu faire
33. LENA : une veine enfin on pourrait rapprocher les poumons de ça (*en désignant O₂ sur la figure*) avec euh faire un petit tuyau où l'air passe et après ça s'injecte dans le sang
34. P3 :-- d'accord on aurait pu faire un lien entre poumons et oxygène
35. LOLA : celui-là (*en référence au schéma de PIEH et GURW*) on peut l'expliquer
36. PIEH : là y'a le cœur et puis tout ce qui est en rouge c'est les muscles
37. P3 :-- oui alors ça circule du cœur au muscle ou du muscle au cœur on sait pas y'a pas de sens mais y'a un lien par le sang

38. ILHE : oui mais là ils expliquent pas qu'y a des nutriments et le glucose
39. P3 :-- ah ! dans ce schéma-là y'a pas la présence des nutriments du glucose il n'y a pas non plus de dioxygène, est-ce qu'on aurait pu le rajouter
40. PICK : oui, comme l'oxygène passe par les veines on aurait pu mettre des petites bulles avec marqué dedans dioxygène
41. P3 :-- oui donc on aurait pu le rajouter
42. P3 :-- on n'a pas déjà discuté de l'arrivée de l'oxygène dans le sang
43. GABI : avec les alvéoles, les bronchioles
44. P3 :-- bien sûr à la leçon précédente sur la respiration comment l'oxygène arrive-t-il dans le sang
45. E : avec les bronchioles comme des mini arbres dans les poumons et qui fait que après enfin ça arrive aux veines et ça injecte dans le sang l'oxygène
46. P3 :-- où va l'oxygène jusqu'au bout des poumons si on peut parler comme ça car les poumons n'ont pas vraiment de bout où va l'oxygène
47. E : ben au fond
48. P3 :-- oui ça s'appelle comment le fond
49. E : les alvéoles
50. P3 :-- oui très bien et on avait dit que de là y'a des tout petits vaisseaux sanguins qu'on appelait des ca-pi-llaires qui venaient au contact des poumons pour entre guillemets chercher l'oxygène donc la présence de l'oxygène dans le sang on la connaît on sait d'où elle vient
51. ELIS : ce dessin là je vois pas (*en référence au dessin de LENA et CLEM*)
52. P3 :-- alors qui nous explique
53. E : là c'est le cœur mais on n'a pas eu le temps de finir, là c'est les poumons avec les bronchioles, le tuyau qui y'a entre les deux c'est une veine où passent les nutriments et la veine qui descend dans le muscle et celle qui va du muscle au cœur c'est le sang
54. P3 :-- est-ce qu'on comprend globalement
55. E : oui
56. P3 :-- oui, on comprend qu'il y a du sang qui va des poumons au muscle et du muscle au cœur mais aussi du poumon au cœur mais là on sait pas trop peut être des petites imprécisions, ensuite
57. PICK : je comprends pas bien celui-là (*en référence au dessin de MAUD et GABI*)
58. P3 :-- alors est-ce que ça reprend ce qui est dit dans le texte
59. E : oui
60. P3 :-- oui, y'a des nutriments qui se promènent vers le muscle avec de l'oxygène alors le poumon n'est pas représenté il y a l'oxygène mais pas le poumon
61. LENA : par rapport à celui-là j'ai pas compris (*en référence au dessin de SAMI et ISSA*)
62. P3 :-- alors est-ce que ça représente ce que nous avons marqué
63. E : non
64. E : si
65. E : ça se comprend
66. P3 :-- s'il n'y avait pas le texte est-ce que ça pourrait se comprendre
67. E : non
68. MAUD : par exemple sans la légende on peut pas comprendre les gros points noirs
69. P3 :-- oui mais ici la légende est indispensable

70. ELIS : celui avec le cerveau je comprends pas (*en référence au dessin de VALI*)
71. P3 :-- alors est-ce qu'on a le cerveau dans le texte
72. E : non
73. P3 :-- est-ce qu'on a besoin de représenter le cerveau
74. E : non
75. P3 :-- *a priori* il n'intervient pas de manière directe, est-ce que dans un schéma où il n'y a ni bras ni jambe ni tête ni quoi que ce soit on comprend aussi bien que dans un schéma où il va y avoir tout le corps
76. LENA : moi je comprends mieux dans un schéma où y'a tout le corps parce qu'on voit mieux où est le muscle où est le cœur

P3 affiche une feuille blanche au tableau

Minute 40. Phase 3 : les conditions d'élaboration d'un schéma (minute 40 à 46, tdp 77 à 97)

77. P3 :-- si tous les muscles fonctionnent à peu près pareils il est peut être suffisant d'en dessiner un dans un schéma pour représenter tous les muscles
78. P3 :-- sur le dessin n°1 ils ont dessiné les muscles avec des traits au crayon à papier comme ça on sait qu'il y a des muscles un peu partout ça évite de faire plein de ronds partout comme ça ils mettent après leurs ronds pour faire le glucose et après ça permet de comprendre
79. P3 :-- alors on parle d'oxygène il y est on parle de glucose il y est on parle du cœur il y est le muscle il y est, le poumon n'est pas représenté il n'y a pas de circuit non plus qui est représenté il y a tellement de place qui est donné aux muscles, il y en a partout l'air y'en a sur la moitié du schéma du coup il y a peut être des choses qu'on n'arrive plus à lire ou à voir tellement y'a de présence de muscles par exemple
80. PICK : ils n'ont pas fait la tête
81. E : si ! Mais elle est à côté
82. PICK : ah bon
83. P3 :-- alors est-ce important de faire la tête
84. E : ben pour l'O₂ par le nez
85. GABI : au quatrième j'ai pas compris (*en référence au dessin de FRED et NICO*)
86. P3 :-- alors qu'ils ont représenté là, broyeur d'aliment, estomac, intestin, l'anus
87. E : ils ont fait le circuit de la digestion le trajet
88. P3 :-- dites ce schéma-là (en référence au dessin de MATT et ETAN) est-ce qu'on voit que le sang passe dans les muscles
89. E : oui
90. P3 :-- est-ce qu'on voit que le sang passe par le cœur
91. E : oui
92. P3 :-- est-ce que le poumon est présent par exemple
93. E : non
94. P3 :-- ah ! Alors peut être que le poumon aurait pu être rajouté est-ce qu'il est question de dioxygène de nutriment
95. E : non
96. P3 :-- est-ce qu'on aurait pu le rajouter sur ce schéma-là
97. E : oui

Jeu n°2. Élaborer un schéma des liens possibles entre cœur muscle et poumon. Minute 46 à 56. Interactions 98 à 148. (Durée 10 mn)

Minute 46

98. P3 :-- oui, assez facilement alors ce que je vous propose c'est que l'on essaye de reprendre un petit peu les choses avec tout ce que nous avons vu jusqu'à maintenant et éventuellement autre chose

99. E : j'aime bien le cinquième

100. P3 :-- est-ce que l'on pourrait faire un schéma qui reprend un peu tout ce qu'on a dit

P3 dessine sur l'affiche vierge

101. P3 :-- est-ce qu'on a besoin de la tête

102. E : non

103. E : on dessine le cœur

104. E : ben tout le monde sait qu'il y en a un

105. E : on dessine les poumons

106. E : pourquoi vous collez pas tout

107. E : on verra plus rien

108. P3 :-- mon schéma va manquer de lisibilité encore une fois ce n'est pas un dessin anatomique je ne cherche pas à représenter la réalité

109. LENA : on peut mettre un petit bout d'estomac pour les nutriments

110. P3 :-- est-ce que c'est l'estomac

111. E : l'intestin

112. E : et on fait le muscle

113. P3 :-- et ensuite

114. E : ben les veines

115. E : et oui pour que le sang passe

116. E : tu vas tout relier maîtresse

117. P3 :-- oui et de quelle couleur

118. E : du rouge

119. E : bleu

120. E : bleu les veines elles sont bleues pas rouges

121. P3 :-- attendez est-ce qu'on a les moyens de savoir dans mon texte

122. E : non

123. P3 :-- alors pour l'instant ... je ne touche pas bon alors d'où est-ce que je pars

124. E : il faudrait faire les alvéoles

125. P3 :-- où vais-je

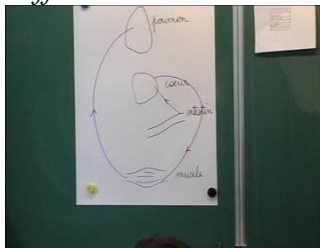
126. E : on part de l'intestin

127. E : non on part des poumons

128. E : de l'intestin jusqu'au ...

129. E : des poumons à ...

130. E : de l'intestin au cœur pour que ça passe dans le sang du cœur au muscle et du muscle une autre veine jusqu'aux poumons *et P3 fait ce trajet suggéré sur l'affiche*



131. E : ça c'est les nutriments et l'air on pourrait le faire d'une autre couleur

132. P3 :-- alors l'O₂ vient d'où

133. E : des poumons *et P3 complète le schéma avec l'O₂*

134. E : l'O₂ va des poumons au cœur
 135. P3 :-- alors je mets un point d'interrogation sur le chemin de l'intestin au cœur car pour l'instant on n'a pas les moyens de savoir si c'est ça alors que manque -t-il
 136. E : les nutriments
 137. E : en vert les nutriments, de la bouche
 138. E : non de l'intestin
 139. P3 :-- de l'intestin bien sûr *et P3 poursuit l'élaboration du schéma*



140. E : ils vont au cœur et ensuite ils vont au muscle
 141. P3 :-- bon, on a l'idée que les muscles sont nourris en oxygène, en nutriments alors on a dit que le sang passait de plus en plus vite alors vous avez demandé à faire remonter le sang des muscles vers les poumons pourquoi
 142. LENA : pour se recharger et après redescendre
 143. E : et refaire un tour après
 144. P3 :-- si vous me parlez de la notion de tour moi j'en conclus que peut être vous avez une idée de circuit
 145. PICK : qui ne s'arrête jamais
 146. P3 :-- qui ne s'arrêterait jamais
 147. E : à part quand on est mort
 148. MAUD : ça fait toujours le même trajet sauf que au repos ça le fait moins rapidement

Minute 56 P3 distribue des photocopies couleur

Jeu n°3. Prendre connaissance d'un schéma général de la circulation sanguine.

Minute 56 à 66. Interactions 149 à 172. (Durée 10 mn)

149. E : pourquoi c'est en couleur
 150. P3 :-- ah ! Alors ce n'est pas la correction de ce que nous venons de faire c'est autre chose, y'a pas de correction ... alors vous prenez connaissance individuellement de ce document et nous en parlons dans deux minutes

Minute 60 Lecture silencieuse

151. GABI : ça veut dire la même chose que le schéma qu'on a fait
 152. MAUD : y'a plus de choses, c'est le schéma de la circulation sanguine dans le corps humain, tout le monde a le même
 153. P3 :-- de quoi parlons-nous depuis le début
 154. E : la circulation
 155. P3 :-- oui mais centrée sur une question le muscle
 156. MAUD : là c'est plus le muscle
 157. E : là y'a plusieurs choses
 158. E : et des mots qu'on connaît
 159. P3 :-- par exemple là où nous on avait fait le muscle qu'y-a-t-il
 160. E : lits capillaires des tissus où se produisent les échanges gazeux
 161. P3 :-- les tissus ça peut être les organes on parle de tous les organes mais ce n'est plus simplement le muscle on a pris l'exemple du muscle parce que ça fonctionne globalement de la même manière
 162. MAUD : ici on voit où se font les échanges sur la droite on voit que c'est

l'O₂ ce qui est bon pour nous et après on voit qu'il y a des échanges au niveau du monsieur là en bas et après je pense que c'est ce qu'il mange et que tout ce qui est mauvais repart

163. P3 :-- pourquoi y-a-t-il le monsieur en bas enfin une silhouette

164. E : ça représente les muscles

165. P3 :-- ça représente l'ensemble du corps humain

166. E : le CO₂ c'est ce qui est en bleu

167. P3 :-- ah ! Alors il y a de la couleur et c'est pas complètement par hasard que je vous ai fait ce schéma en couleur

168. E : le O₂ il est en rouge et le CO₂ en bleu

169. P3 :-- alors on a vu que le schéma est une forme compréhensible par tout le monde et il y a un code de couleur qui est admis par tout le monde c'est que la partie où l'O₂ est transportée est en rouge et l'autre est en bleu alors pourquoi en bleu

170. LENA : parce que l'O₂ c'est en rouge et le CO₂ en bleu et donc pour mieux savoir où passe l'O₂ et où passe le CO₂

171. MAUD : et au croisement c'est en violet parce que ça se mélange

172. E : l'O₂ il descend et le CO₂ il monte

Minute 66 *fin cassette*

6. TRANSCRIPTION DE S6

Jeu n°1. Comprendre le fonctionnement de la circulation sanguine à l'aide du document de S5j3. Minute 0 à 26. Interactions 1 à 93. (Durée 26 mn)

1. P3 :-- tout le monde reprend le document couleur

2. LENA : on a dit la dernière fois que ce qui est en bleu c'est le CO₂

3. P3 :-- il n'y a que le CO₂ qui circule

4. E : y'a O₂ aussi l'oxygène

5. GURW : c'est du sang

6. MAUD : mais il ressort pas le sang pourquoi il passe au même endroit

7. LENA : dans le sang il y a du CO₂

8. P3 :-- d'accord c'est du sang dans lequel est contenu

9. E : des bulles de CO₂

10. P3 :-- d'un côté de l'O₂ de l'autre côté du CO₂, MAUD

11. MAUD : mais par le nez on rejette pas du sang on rejette de l'air alors il va où après

12. P3 :-- c'est un circuit

13. ETAN : fermé

14. P3 :-- alors c'est la façon dont c'est représenté qui te dérange

15. MAUD : non mais ce qui sort c'est pas de sang je comprends pas où ça sort

16. P3 :-- oui pourquoi n'y a-t'il pas de sang qui ressort

17. E : on serait mort

18. MAUD : mais comment ça se fait que c'est l'air qui descend et pas le sang c'est ça ma question

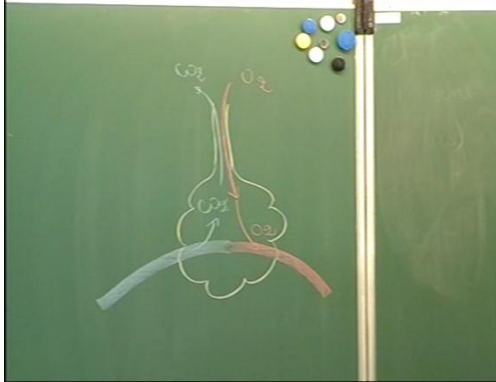
19. E : beh l'air elle passe partout

20. P3 :-- quel est le trajet de l'air

21. E : ben il rentre ensuite il va le chercher et ensuite il repart

22. P3 :-- bien quand on dit le sang va le chercher qu'est-ce qu'on veut dire exactement

23. E : il vient le voir
 24. E : il se met en bulle
 25. P3 :-- non il se met pas en bulle, sinon tu mourrais alors quand on a étudié la respiration on a fait un schéma je le rappelle et le fais ici du style *et P3 fait un schéma au tableau*



26. GABI : on inspire de l'O₂ et on rejette du CO₂
 27. MAUD : ah ! J'ai compris, l'air sort de la veine
 28. P3 :-- on est bien d'accord que là ça c'est de l'air dans lequel il y a un petit peu de CO₂ et un petit peu d'O₂, dans l'air que nous inspirons ce qui intéresse le corps c'est l'oxygène et on a vu que les muscles avaient besoin d'oxygène pour fonctionner et que cet oxygène venait des poumons et qu'il était transporté par le sang, jusque là vous suivez, on a dit également que le muscle se déchargeait de déchet notamment du CO₂ et que ce CO₂ est transporté par le sang et qu'il est rejeté au cours de l'expire par les poumons, c'est donc le sang qui revient là et le CO₂ qui était contenu dans le sang en trop grande quantité ressort des poumons en même temps que l'air qu'on a pas utilisé ressort d'accord ce n'est pas de l'oxygène pur ou du dioxyde de carbone pur, j'irais même jusqu'à dire que dans l'air inspiré y'a de l'oxygène mais y'a aussi plein d'autres gaz et dans l'air expiré y'a du CO₂ mais y'a aussi de l'O₂ et plein d'autres gaz, il faudrait que je vous donne un document avec les pourcentages de gaz dans l'air inspiré et dans l'air expiré
 29. LENA : y'a un espèce de grosse veine où passe l'air et le sang riche en dioxygène rentre et le sang riche en CO₂ ressort
 30. P3 :-- alors ici dans les alvéoles c'est de l'air c'est pas du sang alors ici moi j'ai fait un gros tuyau là qui correspond à un vaisseau sanguin mais il y a des minuscules capillaires est-ce qu'ils passent à travers l'alvéole pulmonaire
 31. E : non il passe autour, imaginez des ramifications qui passent autour
 32. E : c'est quoi les ramifications

P 3 fait un dessin au tableau,



33. à l'intérieur de l'alvéole pulmonaire y'a de l'air c'est en volume et les

capillaires entourent l'alvéole, l'air récupère le CO₂ et à la place il récupère l'oxygène et donc le sang qui va repartir le sang qui repart il repart pas sous la forme d'une grosse veine les capillaires vont se regrouper et c'est un seul tuyau qui va retourner vers la suite de son chemin donc ça vous imaginez en volume et autour de chaque alvéole il y a un très grand nombre de vaisseaux sanguins. Mais alors me direz-vous comment l'air passe de l'alvéole aux vaisseaux eh bien vous avez 10 secondes pour réfléchir

Minute 11 *Interruption pour régler problème administratif*

34. P3 :-- le problème est comment le CO₂ et l'O₂ passe dans le sang parce que ils sont dans l'air et pof ils passent dans le sang, il arrive par le vaisseau et pof il se retrouve dans l'alvéole pulmonaire
35. MAUD : alors comment ça fait pour rentrer et pour sortir
36. P3 :-- y'a deux épaisseurs à traverser y'a l'épaisseur du vaisseau sanguin à traverser et l'épaisseur de l'alvéole pulmonaire
37. E : y'a du sang qui passe par là comme tu as dit et après ça passe dans les poumons
38. P3 :-- oui mais ça passe comment
39. E : ben quand vous expirez ça passe
40. P3 :-- c'est la même chose pour les nutriments dans le tube digestif si ça vous rappelle quelque chose les parois sont tellement fines et les molécules dont on parle sont tellement petites que ça arrive à traverser les deux parois alors je dis pas de bêtise en disant que c'est une question de concentration de part et d'autre qui fait que les molécules passent au travers de la paroi de l'alvéole et du vaisseau sanguin d'un côté et de l'autre côté
41. E : c'est comme dans le tube digestif, l'intestin
42. P3 :-- ok c'est bon là-dessus on continue on est étai aux pommons
43. E : mais c'est quoi oreillette gauche, lobe
44. E : il est où le cœur
45. P3 :-- qui ne voit pas le cœur dans son schéma, alors c'est la forme qui est au milieu
46. E : y'a deux lobes
47. P3 :-- dans chaque lobe il y a
48. E : une oreillette et un ventricule
49. P3 :-- regardez dans chaque partie du cœur, l'oreillette gauche et le ventricule sont situés dans quelle partie du cœur
50. E : à gauche
51. E : ah non c'est à droite
52. P3 :-- et bien à gauche mais ils sont à droite du schéma
53. MAUD : c'est pasque c'est représenté comme ça quand on dessine on le fait à droite même s'il est à gauche
54. P3 :-- absolument alors dans chaque lobe une oreillette et un ventricule
55. LENA : l'O₂ il descend il va dans l'oreillette gauche dans le sens du schéma après il descend dans le ventricule et après il ressort par ça s'appelle comment ah oui l'aorte et après ça remonte y'a le CO₂ qui remonte et y'a une transformation là ou y'a le bonhomme après ça va dans l'oreillette droite et le ventricule dans l'artère pulmonaire qui remonte jusqu'aux poumons dans le sens des flèches
56. P3 :-- est-ce que ça peut aller dans un autre sens

Minute 18'12

57. E : non c'est un circuit fermé

58. P3 :-- alors qui dit circuit dit qu'il y a un sens de circulation et qui dit fermé c'est bon que ça tourne toujours dans le même sens et que ça ne peut pas sortir mais alors dites-moi j'ai une partie rouge et une partie bleue je ne comprends pas
59. MATT : le bleu c'est le transport du CO₂ et en rouge c'est le transport de l'O₂
60. P3 :-- mais alors est-ce que c'est le même sang ou est-ce que ça n'est pas le même sang
61. PICK : si c'est le même sang mais c'est juste pour différencier c'est le même sang le sang de l'O₂ et du CO₂ c'est pareil, c'est le même sang
62. GURW : c'est le même sang mais il perd son oxygène à force de tourner
63. P3 :-- quand perd-il son oxygène
64. GURW : quand il passe par les poumons
65. P3 :-- quand perd-il son oxygène
66. E : quand il passe par le cœur
67. PICK : quand il passe par les poumons
68. P3 :-- je répète ma question quand perd-il son oxygène
69. E : quand il passe par les alvéoles
70. E : quand il a fait son trajet quand il est passé partout
71. E : alors dans les lits capillaires
72. E : mais alors dans les muscles je comprends pas
73. E : on a dit que le muscle il avait besoin d'air

Minute 20'54

74. P3 :-- c'est lors de son passage dans les tissus dans les organes et dans les muscles qui ont en besoin on l'a déjà vu deux ou trois séances en arrière pour leur fonctionnement
75. E : et le reste reste dans les poumons alors ?
76. E : mais alors pourquoi il prend pas tout le muscle ça sert à rien s'il fait faire du travail aux autres alors
77. P3 :-- parce que c'est comme ça parce que c'est également une notion de circuit
78. E : beh et alors quand c'est un circuit une voiture elle va à gauche et toutes les voitures elles vont à gauche y'en a pas une qui va à droite
79. P3 :-- pas forcément sur des routes il peut y avoir des voitures un peu partout
80. LENA : mais c'est pas pareil, c'est pas un circuit fermé
81. P3 :-- la comparaison est un petit peu difficile effectivement, alors la difficulté principale est de comprendre cette notion de circuit à sens unique c'est-à-dire toujours dans le même sens qui est fermé et en fait c'est en continu

Interruption pour régler un problème matériel

82. P3 :-- la difficulté c'est de penser que c'est en continu là on suit une goutte de sang elle vient des poumons elle part dans le cœur elle va dans les tissus elle décharge son oxygène elle récupère du CO₂ etc mais toutes les autres gouttes elles font pareil mais pas toutes en même temps alors pendant qu'il y a une goutte qui fait le trajet chargée en oxygène y'a une autre goutte qui va être en train de remonter vers le cœur depuis les tissus chargée en CO₂, du sang y'en a partout il fait un circuit mais le circuit il est plein y'a pas que une goutte qui fait des choses chacune à son tour toutes les gouttes font des choses toutes en même temps mais pas la même chose
83. LENA : mais comment il fait pour remonter c'est bête mais comment ça fait il faut que sa aille vite pour que ça remonte
84. E : y'a peut être une pompe

85. E : comment il a la force de remonter en haut
86. P3 :-- d'abord parce que y'en a d'autres qui le pousse et ensuite parce que dans tes vaisseaux sanguins y'a des toutes valvules comme des petits crochets qui aident à la circulation OK alors j'ai entendu parler de grande circulation tout à l'heure vous pouvez constater que là il y a deux mots grande circulation et petite circulation ou circulation pulmonaire
87. E : c'est pour les poumons
88. P3 :-- est-ce pour autant qu'il y a deux circuits non pour que ce soit plus simple à lire allez disons on partage en deux mais c'est le même circuit qui fonctionne en continu y'a pas d'arrêt alors attention à ma question maintenant est-ce que la grande circulation concerne aussi les poumons

Minute 25'29

89. ELIS : oui vu que ça passe que ça ...
90. P3 :-- on a dit que la grande circulation allait nourrir les organes alors est-ce que la grande circulation concerne aussi les poumons
91. E : oui quand l'O₂ descend des poumons euh...
92. P3 :-- le poumon est bien un organe du corps alors il a lui aussi
93. E : besoin d'oxygène comme les autres

Jeu n°2. Élaborer une trace écrite sur le schéma de S5j3 ». Minute 26 à 47. Interactions 94 à 126. (Durée 21 mn)

Minute 26

94. P3 :-- bon allez c'est un détail on en est au grand trois hein c'est ça alors qu'elle était notre question déjà
95. E : pourquoi ça rentre et pourquoi ça sort
96. E : comment l'O₂ passe dans le sang un truc comme ça et P3 écrit au tableau
III. Comment l'O₂ et les nutriments arrivent-ils dans les muscles et les organes ?
97. P3 :-- non vous n'écrivez rien pour l'instant ce qu'on vient de dire on va l'écrire alors y'a deux solutions comme c'est un circuit on peut commencer des poumons et on fait la boucle soit on fait petit un la grande circulation petit deux la grande circulation
98. E : ah ! Non on part des poumons
99. P3 :-- ok, les deux sont défendables, ça se discute alors c'est parti je vous écoute
100. PICK : l'O₂ il passe par
101. LENA : l'O₂ il passe dans les bronchioles vous avez dit qu'il passait dans les tissus quand l'O₂ arrive dans le sang il descend il arrive dans déjà le cœur il a deux lobes il faut le dire ça d'abord quand le sang arrive dans l'oreillette gauche
102. P3 :-- ok alors si j'ai bien compris
103. E : elle attaque le circuit
104. P3 :-- par l'aorte bon vous l'aider un peu
105. PICK : l'O₂ passe par les poumons ensuite il va dans le cœur qui ensuite diffuse
106. LOLA : il va dans les poumons et dans l'oreillette gauche

P3 écrit au tableau après de multiples échanges avec les élèves qui participent :

L'O₂ arrive dans le sang par les poumons. Le sang enrichi en O₂ arrive dans le cœur par les veines pulmonaires. Il entre dans l'oreillette gauche, puis dans le ventricule gauche d'où il ressort par l'artère aorte. Le sang va dans les tissus (muscles, organes...) après s'être chargé en nutriments au contact de l'intestin

grêle. Dans les tissus, le sang libère de l'O₂ et des nutriments et se charge en CO₂ (déchet du corps). Puis il rejoint les poumons en passant par les veines caves, l'oreillette droite, le ventricule droit puis les artères pulmonaires. Là, il rejette le CO₂ et se recharge en O₂. Et ainsi de suite.

Minute 44

107. E : j'ai pas compris ce que c'était un lobe
108. P3 :-- on en discute dans deux minutes HAON tu relis s'il te plait
109. HAON : L'O₂ arrive dans le sang par les poumons. Le sang enrichi en O₂ arrive dans le cœur par les veines pulmonaires. Il entre dans l'oreillette gauche, puis dans le ventricule gauche d'où il ressort par l'artère aorte. Le sang va dans les tissus (muscles, organes...) après s'être chargé en nutriments au contact de l'intestin grêle.
110. P3 :-- LUCI
111. LUCI: Dans les tissus, le sang libère de l'O₂ et des nutriments et se charge en CO₂ (déchet du corps). Puis il rejoint les poumons en passant par les veines caves, l'oreillette droite, le ventricule droit puis les artères pulmonaires. Là, il rejette le CO₂ et se recharge en O₂. Et ainsi de suite.
112. E : c'est bien
113. P3 :-- on a bouclé la boucle alors globalement ça va mais le cœur dans tout ça
114. E : il y est pas
115. P3 :-- ah ! Si il y est, on a parlé de ventricule gauche ventricule droit oreillette droite et gauche, quel est son rôle finalement
116. E : de tout faire
117. E : de faire passer
118. P3 :-- parce que dans tout ça il ne sert à rien
119. E : en fait c'est un moteur
120. LOLA : de propulser le sang dans les muscles
121. E : il pousse le sang
122. E : il fait pousser dans ce que vous avez dit là
123. P3 :-- propulser le sang je sais pas à quoi il peut servir
124. E : c'est un peu le chef
125. P3 :-- le chef de quoi
126. E : le moteur, le distributeur

**Jeu n°3. Prendre connaissance d'un document sur le cœur. Minute 47 à 53.
Interactions 127 à 153. (Durée 6 mn)**

Minute 47 P3 distribue un document aux élèves « schéma du cœur »

127. P3 :-- alors vous lisez dans un premier temps ce qui est en gras en haut, GABI
128. GABI : le cœur est un paquet de muscles gorgé de sang qui se contracte en moyenne 70 fois par minute durant toute la vie. Ces contractions permettent de pomper le sang et de le propulser dans tout le corps pour y acheminer l'oxygène indispensable à la vie
129. P3 :-- alors est-ce que LOLA avait raison
130. E : oui
131. P3 :-- alors le cœur sert à propulser *et P3 écrit au tableau*
IV. le cœur sert à propulser le sang dans les
132. E : dans les veines
133. P3 :-- est-ce que le sang propulse le sang dans les veines regardez le schéma s'il vous plait

134. E : dans les muscles
 135. P3 :-- est-ce que c'est dans les veines que le cœur propulse le sang
 136. E : oui
 137. P3 :-- ce qui relie le cœur droit aux poumons s'appelle
 138. E : l'artère pulmonaire
 139. P3 :-- et l'autre est l'artère aorte donc le sang propulse le sang dans les artères alors que sont les artères
 140. MAUD : ce sont les veines qui relient le cœur au reste
 141. P3 :-- non, elles arrivent ou elles partent du cœur les artères
 142. E : elles arrivent
 143. E : non, elles partent du cœur
 144. E : les deux
 145. P3 :-- qu'est-ce qui arrive au cœur regardez bien le circuit
 146. E : c'est les veines
 147. P3 :-- absolument

P3 complète au tableau

Artères (les vaisseaux qui partent du cœur) (les veines sont les vaisseaux qui arrivent au cœur)

148. P3 :-- ok que peut-on dire encore à propos du cœur
 149. E : il bat 70 fois par minute

P3 poursuit la trace écrite :

150. Il est constitué de deux lobes (le lobe gauche et le lobe droit) chacun constitué d'une oreillette et d'un ventricule
 151. P3 :-- enfin dernière idée
 152. Le sang contenu dans chacun des deux lobes ne se mélange pas
 153. P3 :-- vous mettez tout ça dans votre classeur et on range

Fin à minute 53

7. TRANSCRIPTION DE S7

Jeu 0. Minute 0 à 5. Reprise de S6. Interactions 1 à 18. (Durée 5 mn)

1. P3 :-- vous allez ressortir le document que vous aviez à lire sur le cœur s'il vous plait et vous me rappelez ce que nous avons fait la dernière fois
2. MATT : alors tu nous as donné une feuille avec enfin le cœur et y'a un transport du CO₂ et un transport de l'O₂ le transport de l'O₂ ça passe par l'oreillette gauche et le ventricule gauche et pour le CO₂ ça passe par l'oreillette et le ventricule droit
3. HAON : non, y'a deux solutions soit ça passe par les veines caves soit ça passe par l'oreillette droite
4. E : en fait ça passe par les veines et par l'oreillette droite
5. P3 :-- voilà et après ça repart par les artères pulmonaires qu'avons-nous vu d'important encore
6. E : c'est un circuit fermé
7. P3 :-- oui et on avait vu la ramification des vaisseaux qui devenaient tellement petits qu'on les appelle
8. E : des capillaires
9. P3 :-- très bien qui se réunissent ensuite en vaisseaux et en veines pour revenir au cœur

10. E : le cœur propulse le sang dans les artères
11. P3 :-- oui il donne un mouvement au sang
12. E : le cœur est constitué de 2 lobes
13. E : et ils sont constitués d'une oreillette et d'un ventricule
14. E : le sang ne se mélange jamais
15. P3 :-- donc quand il se contracte il envoie le sang dans le corps et quand il se relâche alors
16. E : il aspire le sang
17. P3 :-- en fait le cœur ça permet au sang d'entrer dans les oreillettes et ensuite de passer dans les ventricules
18. E : ça est un peu comme quand on respire

Jeu n°1. Comprendre l'organisation du cœur avec le document « le cœur » de S6j3 ». Minute 5 à 50. Interactions 19 à 87. (Durée 45 mn)

Minute 5

19. P3 :-- alors je vous propose aujourd'hui d'approfondir ce document on lit la partie les deux pompes, SAMI tu lis
 20. SAMI : le cœur est composé de deux pompes séparées par une cloison et situées côte à côte. Elles ont chacune dotées de deux chambres : une oreillette en haut et un ventricule en bas
 21. P3 :-- deux chambres c'est deux lieux creux
 22. E : la pompe de droite envoie du sang dans les poumons pour y récupérer l'oxygène indispensable aux cellules. La pompe de gauche envoie le sang riche en oxygène dans tout le corps. Puis le sang appauvri en oxygène retourne à la pompe de droite et reprend le circuit de la circulation sanguine
 23. P3 :-- alors qu'est-ce que ça reprend alors
 24. HAON : beh le cœur il est situé de deux pompes le ventricule droit et le ventricule gauche
 25. P3 :-- alors la partie droite et la partie gauche du cœur oui
 26. HAON : et que la pompe droite elle
 27. P3 :-- la pompe droite s'occupe de quel type de sang
 28. E : le sang riche en CO₂
 29. P3 :-- alors cette pompe elle est située où sur la feuille
 30. E : à gauche
 31. E : c'est inversé, il faut s'imaginer derrière la feuille en fait
- P3 affiche un schéma de cœur au tableau et inscrit droite et gauche au tableau*
32. P3 :-- donc cette partie-là du cœur le cœur gauche s'occupe du sang
 33. E : riche en O₂
 34. P3 :-- oui oxygéné sur le précédent schéma comment était colorié cette
 35. E : rouge
 36. P3 :-- alors l'oreillette et le ventricule de ce côté en rouge et la partie droite en bleu alors vous allez colorier au crayon de couleur surtout pas feutre et vous coloriez aussi les artères et les veines allez au travail
- Minute 12'46** *travail individuel des élèves, mise en couleur et P3 fait la mise en couleur au tableau*
37. P3 :-- alors vous ne coloriez pas la cloison entre les deux cœurs ni la partie externe du cœur pensez-vous que le cœur a un côté rouge comme ça et bleu
 38. E : non c'est du sang c'est la même couleur
 39. P3 :-- dites vous avez vu ces petits étranglements entre les oreillettes et les artères vous avez remarqué cela (*en désignant les valvules aortiques*)
 40. HAON : beh c'est symétrique

41. P3 :-- comment se fait-il qu'il y ait ces resserrements
42. ETAN : pour pas qu'il passe trop vite
43. P3 :-- on a dit que le cœur est une pompe lorsqu'il se contracte ça expulse le sang et quand il se relâche le sang affluait entrant
44. MAUD : c'est pour pas que ça fasse tout en même temps
45. P3 :-- exactement lorsque la pompe se relâche il n'est pas question que ce sang-là qui vient de sortir revienne au cœur parce que sinon le circuit ne serait plus à sens unique
46. E : beh si
47. E : beh non sinon ça irait dans tous les sens
48. P3 :-- ces petites valvules permettent de boucher une ouverture pendant que l'autre est ouverte alors c'est pas un petit bouton on off c'est des questions de pressions ça devient compliqué mais ça fonctionne comme ça de manière à ce que le circuit soit à sens unique il faut des mini portes là qui s'ouvrent et qui se ferment en fonction des moments des battements du cœur c'est la même chose que la dernière fois quelqu'un avait dit comment le sang remonte des pieds jusqu'au cœur on avait dit qu'il y avait des sortes de petites
49. E : des trucs là vous avez dit
50. P3 :-- des sortes de petites languettes qui permettent au sang de ne pas redescendre trop sauf que là les languettes ne sont pas fermées comme dans le cœur mais c'est un petit peu le même système qui évite que le sang redescende trop facilement

Minute 21'42 au tableau



51. P3 :-- allez on lit l'aorte
 52. HAON : l'aorte est une artère située à la base du ventricule gauche. L'aorte donne naissance à toutes les artères qui distribuent le sang riche en oxygène aux différentes parties du corps
 53. P3 :-- tu viens me montrer l'aorte sur le schéma au tableau
- HAON vient au tableau et désigne les veines pulmonaires puis P3 relit le texte et indique sur désignation d'un élève l'artère aorte*
54. P3 :-- alors l'aorte a une forme bizarre il ya une partie qui va distribuer plutôt le sang dans le haut du corps et une partie qui distribue le sang plutôt vers le bas du corps donc elle va se ramifier mais néanmoins elle a une forme un peu comme ça comme une crosse, ça s'appelle la crosse aortique bref on s'en moque vous allez la prolonger cette crosse hop crayon à papier et comme le dit MATT au crayon rouge et vous marquez artère aorte alors sur un schéma les mots s'écrivent toujours comme un texte c'est-à-dire à l'horizontale je ne veux pas voir ça ce n'est pas le mot qui se promène vous mettez une petite flèche un trait à la règle jusque là où je vais écrire le mot et j'écris le mot à l'horizontale

Minute 28 Les élèves dessinent la crosse et notent le mot aorte

55. P3 :-- on lit le pavé suivant oreillette gauche
56. CLEM : le sang qui s'est rempli d'oxygène au contact des poumons arrive dans l'oreillette gauche en passant par les veines pulmonaires. De là, il est envoyé dans le ventricule gauche
57. P3 :-- tu viens nous les montrer CLEM

CLEM passe au tableau et désigne les veines pulmonaires. Les élèves notent sur leur feuille « veines pulmonaires »

- 58. P3 :-- alors on avait dit que les artères arrivaient ou partaient du cœur
- 59. E : elles partent du cœur
- 60. P3 :-- et les veines se sont les vaisseaux qui
- 61. E : apportent
- 62. P3 :-- reviennent au cœur c'est délicat cette notion d'artère de veine de rouge de bleu il vaut mieux faire attention MAUD le texte suivant le ventricule gauche
- 63. MAUD : il reçoit le sang de l'oreillette gauche et l'envoie dans le corps *via* l'aorte
- 64. P3 :-- alors qu'est-ce que ça veut dire *via*
- 65. E : à travers
- 66. E : *inaudible*
- 67. P3 :-- en passant par alors vous avez un tout petit trait que vous allez continuer à la règle s'il vous plaît et vous allez faire pareil pour le ventricule droit vous faites bifurquer le trait à la règle LUCI tu lis le ventricule droit
- 68. LUCI : il reçoit le sang de l'oreillette droite et l'envoie ensuite dans les poumons pour qu'il se remplisse d'oxygène par la voie des deux artères pulmonaires
- 69. P3 :-- tu viens nous le montrer ainsi que les artères pulmonaires

LUCI vient montrer au tableau

- 70. P3 :-- vous allez prolonger l'artère pulmonaire et la diviser pour aller aux deux poumons et vous colorier les deux parties en bleu

Minute 39 les élèves prolongent l'artère pulmonaire et notent la légende sur leur schéma

- 71. P3 :-- je vois un « s » à artère et pas à pulmonaire dans bien des cas que reste-t-il à renseigner
- 72. E : l'oreillette droite
- 73. P3 :-- oui qui va lire LOLA
- 74. LOLA : elle reçoit le sang pauvre en oxygène de la veine cave et l'envoie dans le ventricule droit
- 75. LENA : oui mais y'en a pas qu'une
- 76. P3 :-- oui, y'en a deux mais il faudrait avoir un cœur pour bien voir, y'a deux veines cave une inférieure qui reçoit le sang de la partie basse du corps et celle supérieure qui ramène le sang de la partie supérieure du corps
- 77. LENA : alors il faut dire DES veines caves
- 78. P3 :-- alors tu change sur le pavé et tu mets DES veines caves et là vous allez devoir marquer les veines caves sur votre schéma

Minute 45 Les élèves annotent le schéma

- 79. : est-ce qu'on y voit un petit mieux dans l'anatomie du cœur
- 80. E : oui, beaucoup mieux
- 81. P3 :-- vous avez déjà vu un cœur en vrai
- 82. E : oui
- 83. E : oui
- 84. E : on va faire une sortie à l'abattoir !
- 85. P3 :-- alors plutôt que d'organiser une sortie à l'abattoir j'ai préféré aller à la boucherie et on va voir un cœur en vrai
- 86. E : maintenant !
- 87. P3 :-- vous rangez vos affaires, on va travailler sur une seule table

Jeu n°2. Dissection du cœur de porc. Minute 50 à 75. Interactions 88 à 91. (Durée 15 mn)

Brouhaha dans la classe, rangement des affaires, excitation générale

88. E : ça c'est une séance un peu spéciale

89. E : c'est bizarre

90. E : c'est un cœur de quoi

91. P3 :-- un cœur de porc

Minute 50 *P3 est devant la classe, chacun est à sa place, quelques uns se déplacent pour mieux voir la dissection du cœur faite par P3*

CHAPITRE 4. LES ENTRETIENS AVEC LES ÉLÈVES

1. LOLA

C'est bien Lola, je vais te demander, est-ce que tu pourrais m'expliquer ce que tu as appris depuis le temps qu'on vient filmer dans la classe

Plein de choses

Tu saurais me dire ?

Pas tout, mais j'ai appris que dans le cœur il y avait plein de choses, le ventricule gauche, droit, que je savais pas, comment ça circulait

Tu peux m'expliquer ce que tu as appris sur la façon dont ça circule ?

Que ça allait dans le cœur, après ça partait dans les veines, que le cœur battait et que ça pompait voilà

Ça fait déjà plein de choses, alors tu m'as expliqué que le sang circulait. J'ai fait un petit dessin ici avec le cœur, les poumons et les muscles. Est-ce que tu saurais m'expliquer comment ça circule entre les poumons, le cœur, le muscle et les organes, d'une façon générale

Déjà les poumons, tu respire avec, il y a du sang dans les poumons, alors quand tu respire l'O₂ part dans le sang des poumons, ça rejoint au cœur. Dans le cœur, ça passe dans le...je sais plus comment ça s'appelle

L'artère aorte, non ?

Si, ça passe aussi dans l'oreillette droite, non gauche, je sais plus

Bon, peut-être que tout ça, tu le reverras avec la leçon, mais entre le cœur, les organes, les poumons, est-ce que tu saurais me dire comment le sang circule, pas forcément entre les ventricules et

Dans les veines, ça circule

Si par exemple, tu avais à me faire des liens entre ces 3 éléments là, est-ce que tu pourrais les indiquer ?

Je sais pas

Le sang qui part du cœur, par exemple, il va où ?

Beh dans tout le corps

Alors, par exemple on va dire dans les muscles. Est-ce que tu pourrais m'indiquer le trajet entre le cœur et tous les organes ?

Ça passe dans les veines

Oui, d'accord mais est-ce que tu peux prendre le crayon, mettre une flèche. Ensuite, est-ce que tu pourrais m'indiquer autre chose. Donc là du cœur, ça va dans tout le corps

Et à la fin quand tu inspires, ça passe et quand tu expires, c'est le CO₂ qui repart parce que c'est un poison pour le corps, il faut pas le garder dans le corps, il est fabriqué dans le poumon, non

Donc si tu avais à me faire un lien entre le poumon et le cœur, comment tu ferais

Ça passe dans les poumons, dans le cœur et dans le cœur, ça passe dans tous les organes qu'il y a ... *silence*... Il remonte au cœur

Oui, si tu pouvais le faire, ça remonte au cœur et après quand le sang est dans le cœur, il va où ?

Il refait le circuit, non ?

Et si tu avais des couleurs à mettre sur ce schéma : le sang qui est riche en oxygène, il est où, le sang qui est riche en CO₂, il est où ?

En oxygène, il est rouge et en CO₂, il est bleu

Dis-moi, est-ce que tu as appris d'autres choses, encore ?

Il faudrait que je revoie ma leçon

Oui, parce que ça fait beaucoup de choses. Est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui. Déjà, j'aime bien voir mes amies parce que je les vois pas tout le temps puis travailler et apprendre des choses

Est-ce que, je pense que tu dois savoir ça toi, ton papa est professeur de sciences, est-ce que tu sais ce que c'est les sciences ?

Oui, on parle de la nature, de ce qui se passe

Et là, aujourd'hui, tu as fais des sciences ?

Oui un peu, on a regardé le cœur de veau je crois, c'était, oui, c'est un peu de la science

Et quand tu as des leçons de science, qu'est-ce que tu fais en général ?

J'écoute ce qui se passe

Est-ce que c'est un sujet - la circulation du sang - dont tu as parlé avec ton papa, ta maman ?

Oui, j'en ai parlé, des fois à mon papa je lui ai dit que j'avais appris, que j'aimais bien, que je voulais apprendre les leçons, il m'a expliqué des fois ce que j'avais pas bien compris

Est-ce que c'est un sujet intéressant, la circulation du sang ?

Pour moi, oui, pour savoir comment ça circule dans notre corps, ce qui se passe, par exemple si on a des soucis, si on peut savoir d'où ça provient, ce qui se passe

Est-ce que tu sais ce que tu veux faire plus tard ?

Non

Est-ce que tu lis des revues scientifiques, est-ce que tu connais des magazines scientifiques, est-ce que tu en as déjà lu ?

Oui, « Science et vie Junior ». Ma sœur est abonnée, donc je les lis des fois

Tu as déjà lu des choses sur la circulation du sang ?

Oui

Est-ce que tu regardes des émissions scientifiques ?

Des fois « C'est pas sorcier », et d'autre chose

2. MATT

Matt, je vais te poser des questions sur ce que tu as fait avec la maîtresse depuis qu'on travaille, tu sais, qu'on vient filmer dans la classe, alors tu travaillais sur quoi, tu pourrais me dire ?

Sur le corps humain, là on travaille sur la circulation du sang, enfin les muscles, que le sang va plus vite quand on court pour les muscles et l'O₂ aussi, l'oxygène

Oui, d'accord, tu avais déjà travaillé sur ce sujet, c'est la première fois que tu travailles sur ce sujet ?

Oui, avant on avait travaillé sur le corps humain, par exemple la bouche, par où passait la nourriture on l'a fait au début de l'année et après on a fait ça

Est-ce que je peux te demander tu sais la première séance, est-ce que tu te souviens, vous aviez des tableaux à faire. Est-ce que tu saurais retrouver ton travail ?

Celui-là

C'était celui-là, d'accord. Alors est-ce que tu te souviens un petit peu ce que tu avais à faire et est-ce que tu peux m'expliquer ?

Alors là il y a le cœur et moi je suis là alors M. comme Matt et L comme mon nom de famille. Là il y a le cœur c'était pour compter combien de fois mon cœur respire non, mon cœur bat. Là, c'était les poumons pour voir comment je respire là c'était pour mon cerveau, là c'était course ou repos

Alors je comprends mais par exemple tu devais au repos prendre les battements cardiaques alors comment tu écrivais sur cette affiche la mesure au repos de tes battements cardiaques ?

Je l'écrivais là

Là c'est la mesure au repos mais de quoi ?

Du cœur

Et là qu'est-ce que j'écris ?

Je l'écris là et là

Tu le mets à 2 endroits, d'accord. Tu l'écris 2 fois en fait dans la façon dont le tableau a été construit, tu l'écris 2 fois, c'était prévu comme ça ?

Oui bof

Est-ce qu'il y a d'autres tableaux qui fonctionnent différemment ?

Oui. Ils sont tous différents après on a décidé lui (en désignant le tableau choisi), c'est un tableau personnel

Ça effectivement, c'était la première séance. Est-ce que tu te souviens après que vous êtes allés donc faire des mesures et puis vous avez travaillé sur un tableau collectif, celui-ci. Est-ce que tu te souviens ce qu'il fallait faire avec ce tableau ?

Il fallait entourer ceux qui étaient trop haut ou trop bas, ceux qu'on pensait qu'ils avaient mal compté et après dès qu'on avait fini, si il n'y avait pas de nombres

entourés, on pouvait prendre le nôtre mais par exemple comme moi je l'avais pas, alors j'ai pris celui-là

D'accord et tu as mis des points sur une courbe

J'ai fait une courbe, j'ai fait un trait, j'avais mis des croix

Je vais te demander sur une feuille, si tu veux bien, est-ce que tu pourrais m'expliquer les relations qu'il y a entre les poumons, le cœur et les muscles ?

Le poumon, l'O₂ qui va dans les muscles, le sang qui va dans les muscles mais quand on court, le sang il va plus vite dans les muscles et la respiration aussi et après c'est pour ça qu'on est essoufflé et que notre cœur va plus vite parce que le cœur a donné plus de sang que d'habitude

Est-ce que c'est important pour toi d'apprendre ce sujet ?

Oui

Oui, sans plus, est-ce qu'il y a des sujets que tu préfères plus que d'autres à l'école, qu'est-ce que tu préfères faire ?

Les maths. J'aime pas quand on fait tout le temps des maths mais j'aime bien les maths mais j'aime bien faire ça aussi

Est-ce que tu sais le métier que tu veux faire plus tard ?

Je sais pas trop. Vétérinaire

Vétérinaire, est-ce que tu penses que ça peut t'aider pour être vétérinaire ce que tu viens de faire ?

Je sais pas si ce qu'on a dans notre corps, c'est le même que dans les animaux

D'accord, est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui, parfois, j'aime pas les lundis et un peu jeudi parce qu'il y a le mercredi

Oui, c'est dur de revenir en fait, je comprends. Qu'est-ce que tu apprends à l'école d'une façon générale ?

Des maths, du français, des matières, le travail

Est-ce que c'est important d'aller à l'école ?

Oui, si tu veux réussir à trouver un boulot

Est-ce que tu lis des magazines scientifiques, est-ce que tu regardes des émissions de télévision scientifiques, est-ce que tu connais la série « C'est pas sorcier » par exemple ?

Oui, je connais mais j'aime pas trop « C'est pas sorcier » mais Jamy il fait des émissions sur les expériences et j'aime bien regarder

Est-ce que tu aimes bien les sciences ?

Oui

C'est quoi les sciences ?

Quand on va dans l'espace, quand on fait une expérience

Est-ce que ce que tu as fait, c'est des sciences ?

Oui parce que c'est dans le corps

3. HAON

Est-ce que tu peux me dire ce que tu as fait, tu sais depuis le temps qu'on vient dans la classe. Est-ce que tu peux m'expliquer sur quoi tu travailles et ce que tu as appris ?

On travaille sur la circulation sanguine, après on a fait des expériences, des expériences en courant, rythme cardiaque, quand on court lentement, au repos, après on a regardé les différences de mesure, les différentes mesures qu'on avait, on en a barré parce qu'elles nous paraissaient un peu plus élevées ou un peu plus en bas, après on a eu les moyennes des enfants de moins de, euh, de 12 ans, après on s'est posé une question, la maîtresse nous a donné une feuille, on a surligné ce qui pouvait nous aider à répondre à la question, après on a fait la leçon

Tu te souviens quelle question c'était ?

Non, pas trop. Après on a fait des schémas, on a vu les corps où ils se plaçaient, les veines, on a vu le dioxygène par où il rentrait, on a vu le dioxygène, l'O₂, le CO₂, on a vu les muscles, les poumons

Tu vois là, je t'ai mis le poumon, le cœur, un muscle, est-ce que tu saurais me faire des liens entre ces différents éléments, avec ce que tu as compris

Le poumon, il va au muscle, le cœur il va au poumon et le muscle, il faut qu'il aille au cœur

Je vais mettre des flèches parce qu'après, je ne saurai plus, tu m'as dit du poumon ça va au muscle et ça va par l'intermédiaire de quoi ?

C'est-à-dire ?

Est-ce que c'est du sang ou ?

Euh, ah, oui, le sang part d'ici, il vient du cœur et va jusqu'aux muscles pour lui donner de la force, voilà, le poumon va au cœur pour donner du sang, le sang qui va aller jusqu'aux muscles

Donc, du poumon ça va au cœur, du cœur ça va aux muscles

Oui, et après ça fait un tour donc ça revient dans les poumons, ça va au cœur, ça va au muscle et ça revient et ainsi de suite

Est-ce que tu te souviens, sur la première séance, vous aviez un tableau à faire, est-ce que tu saurais me dire quel était ton travail, qu'est ce que vous aviez fait ?

On devait mesurer les mesures cardiaques au repos, en course modérée et en course rythmée et le rythme respiratoire au repos, à la course modérée, à la course rythmée

C'est ce tableau qui a été choisi pour la suite ?

Oui

Et pourquoi ce tableau-là et ces tableaux-là n'ont pas été choisis, est-ce que tu te souviens ?

Oui, celui-là, c'est parce qu'on avait du mal à s'y retrouver

Est-ce que tu te souviens ce que tu as fait avant avec la maîtresse ?

Oui, on avait vu les tubes digestifs, l'intestin grêle, le gros intestin, l'anus et après on avait vu plein de choses, voilà, et puis après on a eu une petite feuille, voir où se plaçaient l'intestin grêle, le gros intestin

Le travail que tu as fait là sur la circulation sanguine, c'est quelque chose de difficile ou pas spécialement ?

Un peu difficile. C'est dur d'analyser où se met les tubes digestifs, où se met les veines, où se met le cœur, les poumons, les muscles, le glucose

C'est difficile pour cette raison-là. Est-ce que tu as aimé travailler sur ce sujet ?

Oui

Il y a d'autres sujets que tu préfères, peut-être ?

Oui, je préfère les tubes digestifs, c'est plus facile de se repérer

Est-ce que c'est intéressant, ce sujet sur la circulation du sang ?

Oui, pour voir où circule le sang

Est-ce que tu penses que c'est important de savoir ça ?

Oui, quand on est enfant, on ne sait pas où le sang passe, où les veines passent et quand on est grand, on apprend la circulation sanguine, où passe le sang

Est-ce que tu sais le métier que tu veux faire plus tard ?

Oui, j'aimerais bien faire footballeur professionnel

Est-ce que tu penses que ça va te servir pour être footballeur professionnel ?

Oui, pour voir si on se blesse, où on a mal, enfin, voilà

Est-ce que tu aimes aller à l'école ?

Oui parce qu'on apprend des nouvelles choses, des sujets qu'on aime bien, moins mais on est obligé de le faire, c'est normal

Qu'est-ce que tu aimes bien ?

La géographie, l'EPS, les maths, le français, le vivant

Il y a des choses que tu aimes moins ?

Oui, l'histoire, j'aime pas trop, la géométrie, j'aime pas trop les sciences et voilà

Est-ce que tu lis des magazines scientifiques, est-ce que tu regardes des émissions, style « C'est pas sorcier », ou des choses comme ça ?

Non

Est-ce que tu pourrais me dire ce que c'est, les sciences ?

C'est pour faire des expériences. Au début, on pose des questions et après on fait l'expérience

C'est tout le temps comme ça les sciences ?

Euh, oui, souvent

Tu m'a dis que tu n'aimais pas tellement les sciences

Non

Tu saurais m'expliquer pourquoi ?

Parce que moi j'aime bien bouger, j'aime pas trop rester statique, alors faire des expériences, j'aime pas. Ce qu'on a fait là, je préférerais courir que faire des expériences

4. MAUD

Maud, est-ce que tu pourrais me dire ce que tu as appris au cours de ces séances, tu sais quand on vient depuis plusieurs fois, le travail où vous êtes filmés ?

J'ai appris que le cœur accélère suivant la vitesse où on est, par exemple au repos je sais que le cœur va battre moins vite que si on court, pareil pour la respiration. Après on a commencé à faire des schémas sur la circulation sanguine et tout ça. Moi j'ai appris beaucoup de choses sur la respiration, tout ça. Sur la respiration et les battements du cœur, que ça s'accélérait, que tout le monde n'avait pas la même mesure cardiaque et respiratoire

D'accord ; tu peux me dire comment vous avez construit votre tableau, si tu t'en souviens, au cours de la séance ?

En fait, ça aurait été un tableau qu'on aurait fait par groupes, donc on aurait mis les prénoms du groupe, ensuite on a mis la respiration, donc là ça aurait été au repos en course modérée et en course rythmée et là pareil pour les battements du cœur et donc dans le tableau on aurait mis les mesures

Est-ce que c'est ce tableau qui a été choisi ?

C'était pas exactement le même mais pour l'ensemble de la classe, donc pour faire un tableau collectif celui-là c'est individuel et c'est pas disposé pareil mais sinon ça revient au même

Donc, tu as appris plein de choses, tu me dis, sur la respiration, sur le cœur, que le cœur de tous les enfants de la classe ne bat pas pareil. Est-ce qu'il y a d'autres choses comme ça qui te viennent à l'esprit, que tu aurais apprises ?

Par où ça passe, le fait quand ça s'accélère comment ça se passe, que ça fait toujours le même chemin, ça passe dans le cœur, dans les muscles. C'est, je crois l'O₂ qui rentre et le CO₂ qui ressort, je crois. Donc, ça fait toujours ce même trajet, quand on inspire, c'est l'O₂ qui rentre et quand on expire, c'est le CO₂

Tu m'as expliqué que tu avais fait avec tes camarades un tableau, est-ce que tu sais ce que tu as fait d'autre dans les séances ?

Oui, on a fait un diagramme, d'abord on a comparé nos mesures et tout ça de toute la classe, de tous les élèves, après la maîtresse nous a donné un diagramme, alors ceux qui avaient leurs réponses enfin pas cohérentes, ils ont pris parce qu'en fait on a eu un tableau d'une moyenne d'enfants de 12 ans leur battement cardiaque et leur respiration donc il y en a qui avaient 5 et d'autres qui avaient 30, c'était bizarre, ils ont pris celle de la moyenne des enfants de 12 ans mais nous sur un diagramme, on a placé nos mesures à nous

Est-ce que tu te souviens d'avoir fait autre chose ?

Oui, on a fait une expérience justement. On est allé courir sur le stade, après on a mesuré nos battements cardiaques et notre respiration

Il y a autre chose dont tu te souviens, que tu aurais fait. Est-ce que ça te dit quelque chose ces documents ? (ceux de la séance 4)

Oui

C'est quelque chose que vous avez fait ça aussi. Tu te souviens ce qu'il y avait comme informations dans ces documents, ce que tu en as retenu ?

Je me souviens plus...alors là, je sais qu'il y a du glucose qui passe dans le sang avec de l'oxygène, c'est la chose où il y en a le plus après je me souviens plus

Après tu te souviens plus, ce n'est pas bien grave. Est-ce que tu saurais retrouver ton travail, sur cette séance, donc la séance n°5. C'était celui-ci, très bien. C'est celui qui vous était demandé à partir des documents que je t'ai montré. Est-ce que tu pourrais me dire les informations que tu as mises là-dedans, qu'est-ce que tu as voulu représenter ?

Alors là en rouge, on a représenté le cœur, en orange c'est les muscles. On en a fait que 2 parce qu'on a pas voulu dessiné tout le corps.... Les traits bleus, c'est les veines, ensuite les petits points gris, c'est l'oxygène et les nutriments qui passent dans les veines. On en a fait un peu partout, donc ça va dans les muscles, dans le cœur et après ça descend partout dans le corps

Alors il me semble qu'à un moment donné, on vous a dit qu'il y avait les muscles, qu'il y avait le cœur et qu'il y avait les poumons. Est-ce que tu saurais faire des liens entre ces trois choses. Je te laisse faire

Je crois que ça passe au cœur et après du cœur, ça partait aux muscles. Donc ça c'était le sang et après la respiration ça partait de la bouche et je crois que ça faisait le chemin inverse, donc là, ça va dans ce sens là

Oui, très bien, donc tu mets des flèches, je comprendrais mieux

Là, c'est le COD¹³⁴ qui repart et donc je pense que l'oxygène, elle va dans le même sens que le sang, je pense et ça c'est l'O₂ qui repart, le COD plutôt. Là, c'est l'oxygène plus le sang avec les nutriments

Ici, il y aurait le sang, les nutriments et l'O₂, tu m'as dit. Et là, c'est pas du sang ?

Si il y a un petit peu de sang aussi et on avait vu sur un autre schéma qui était mieux représenté que le nôtre, on voit que là il y a un petit croisement alors c'est forcément de l'O₂ qui part avec le CO₂ et pareil il y a un peu de CO₂ avec l'O₂, on arrive pas à tout enlever, à tout séparer d'un coup

Dis-moi, Maud, est-ce que tu connaissais des choses sur ce sujet avant ?

Je savais que le sang allait dans le cœur et tout ça mais après ce qui est nutriment et tout ça, pas trop, non

D'accord, est-ce que tu avais eu l'occasion d'en parler avec quelqu'un, avec tes parents ou des camarades ?

Oui parce que mon papa est docteur, alors des fois, je lui pose des questions

Et là vous avez eu l'occasion d'en parler ?

Des fois, je parle quand il me voit faire mes devoirs ou comme ça

Est-ce que tu aimes aller à l'école ?

Oui

Qu'est-ce que tu aimes bien faire à l'école ?

Moi, j'aime beaucoup les mathématiques

Est-ce que tu aimes ça, la science ?

Oui, c'est intéressant, ça nous permet de savoir comment ça se passe dans notre corps, donc c'est intéressant

D'accord. Est-ce que le sujet que tu as traité, c'est intéressant, la circulation du sang ?

Oui, on sait par où ça passe, d'où ça vient, qu'est-ce qu'il y a dans le sang parce que dans le sang, il n'y a pas que du sang, il y a l'O₂, les nutriments donc ça nous permet de savoir exactement ce qu'il y a dans le sang

D'accord, est-ce que tu sais ce que tu veux faire plus tard ?

J'aimerais bien être vétérinaire

¹³⁴ Confusion COD et CO₂

Tu lis des magazines scientifiques ?

Non pas des magazines scientifiques. Je lis le soir des livres et tout ça mais pas des magazines scientifiques. J'en lis de temps en temps, quand je tombe dessus mais euh... Si, j'ai un livre sur les volcans, donc j'aime bien lire voir un DVD

Est-ce que tu connais la série « C'est pas sorcier », est-ce que tu regardes des documentaires ?

Oui, je regardais quand j'étais petite et justement mon livre sur les volcans, j'en ai 2, un sur « C'est pas sorcier » et un autre

Est-ce que tu sais ce que c'est la biologie ?

Oui, je crois avec mes parents, c'est mes parents biologiques donc c'est qu'on a des rapports entre nous je crois que c'est ça le sang et tout ça je crois

Qu'est-ce que c'est faire des sciences. Quand tu fais des sciences, tu fais quoi ?

Moi j'apprends beaucoup de choses et on fait pas mal d'expériences pour mieux comprendre. C'est pas on copie la leçon et puis c'est fini. On fait plein d'expériences, la maîtresse cherche vraiment à nous faire comprendre, donc c'est bien

5. PICK

Si tu te souviens, est-ce que tu peux m'expliquer ce que vous aviez à faire ?

On avait commencé à parler avec la maîtresse de sciences, de la respiration, si notre cœur battait plus vite lorsque nous faisons un effort physique. Nous avons imaginé un tableau, avec mon équipe qui nous permettait de trouver la situation que...

Il fallait que vous compariez, je crois, lorsque ...

Lorsqu'on était au repos, en course rythmée et en course rapide

Donc, ça c'était le tableau que vous aviez construit. Est-ce qu'il fonctionnait ce tableau, est-ce que tu te rappelles ?

Oui, il fonctionne, jusque là, on mettait au repos, on s'assied et on allait voir notre prénom. Si par exemple, je vous donne un exemple, peut-être qu'il est faux, la course au repos, la respiration est 13, que les battements de cœur sont 21, il fallait marquer

D'accord, donc en fait ce tableau-là, il fonctionnait. C'est un comme ça qu'on avait utilisé, tu te souviens, ou pas ?

Enfin c'était le même principe, mais pas vraiment

C'était quoi la différence ?

La différence, c'est qu'on était tout seul, c'était un tableau individuel

J'ai dessiné un muscle et je vais te demander de faire les liens avec le muscle et le cœur

Quand on respire, notre respiration va aux poumons, qui passe ensuite dans le cœur, qui va ensuite dans les muscles après être rejeté du cœur. Après le muscle, il retourne directement au cœur, il va dans le ventricule gauche qui est ressorti par l'artère aorte qui va ensuite revenir dans les poumons, mais tout ça va très vite

Tout ça va très vite, explique moi pourquoi ça va très vite ?

Parce que ça prend une seconde pour respirer et le chemin va au poumon, ensuite il va directement dans le cœur et ensuite il va dans le muscle et tout ça va très vite

Ce que tu m'as dessiné, là c'est quoi ?

C'est un schéma qui représente la circulation sanguine

Donc ça, ce serait quoi, ce que tu as dessiné, ici ?

Un circuit

Un circuit fait avec quoi ?

Avec le sang

C'est le sang, et le sang il se promène tout seul ?

Non, il est accompagné de l'O₂ et lorsqu'il a franchi les muscles, il est transformé en CO₂

Le sang, il circule dans quelque chose où c'est comme ça ?

Il circule dans les poumons, dans les veines, dans le cœur, dans les muscles

Où est-ce que sont dessinées les veines ?

Le circuit, c'est les veines

Le sang circule dans les veines et les artères...

Les artères servent à faire circuler le sang dans les...euh...les poumons

Autrement dit, est-ce que tu fais une différence entre artère et veine ?

Oui

Oui, c'est quoi la différence ?

Non, y a pas de différence parce que l'artère promène le sang ainsi que les veines

Je ne sais pas si tu te souviens, à un moment donné, on vous avait demandé de chercher justement un schéma où vous deviez essayer d'expliquer la circulation sanguine, enfin les liens entre les différents organes, est-ce que tu saurais retrouver ton dessin ? Est-ce que tu peux m'expliquer

Nous avons constaté que l'air va dans le nez, il va dans les poumons qui va ensuite dans une veine qui est conduit au cœur et à ce moment-là, ce chemin s'appelle le CO₂ enfin le sang fait un parcours d'O₂, promène l'O₂ dans les veines, qui va ensuite dans les poumons, qui va ensuite dans les muscles, qui refait ce chemin à l'envers

Si tu avais une couleur à mettre sur ce schéma, qu'est-ce que tu utiliserais comme couleur ?

Sans hésiter, je mettrais du rouge qui représente l'O₂

Et, sans hésiter...

Du bleu qui représente le CO₂. Mais là, par contre, tout se croise, dans les muscles, parce que l'O₂ se transforme en CO₂ après avoir parcouru tout le muscle

Est-ce que tu pourrais m'expliquer ce que tu as compris, je ne sais pas si tu te souviens mais vous aviez ces documents à analyser, est-ce que tu pourrais m'expliquer ce que tu as compris de ceci : glucose+dioxygène donne énergie+chaleur+dioxyde de carbone+eau,

Euh...

ou alors est-ce que tu te souviens de quelque chose dans ces documents ?

Oui, le schéma. Quand on est au repos, on a besoin du cerveau, du cœur pas tellement, enfin si pour vivre, les autres organes suffisamment et la peau un peu, l'air un peu et les muscles, pas trop, enfin on les utilise pas trop. Par contre, quand on se met à

courir, le cerveau il a un tout petit peu d'énergie, le cœur en a un tout petit peu et les muscles eux ils fonctionnent donc il y a une grande quantité ainsi que...

Qui apporte cette énergie ?

C'est le cœur

C'est le cœur qui apporte l'énergie

Euh, les muscles. C'est le cœur qui apporte l'énergie aux muscles

Et le sang, à quoi il sert ?

À porter tout ça, à faire fonctionner tout notre corps parce que si je n'avais pas de muscles, j'aurais pas la capacité de lever un bras

Est-ce que ce que tu avais à faire, c'était quelque chose de difficile ?

Non mais quand tout ça venait très mouvementé, je m'intéressais plus

Quand tout devenait très mouvementé, c'est-à-dire ?

C'est-à-dire quand on se posait plein de questions, là j'étais vraiment intéressé

C'est quand tu te posais plein de questions que c'était intéressant, sinon quand on se pose pas de questions, c'est pas intéressant ?

Enfin si, il y a beaucoup de choses qui sont intéressantes même si on se pose pas de questions

Mais tu préfères quand c'est mouvementé. Est-ce que tu avais déjà travaillé sur ce sujet avant ou pas ?

Jamais

C'est un sujet qui t'a plu ?

Oui

Est-ce que c'est important d'apprendre la circulation du sang, pour toi ?

Oui, parce que quand je serai plus grand, je voudrais faire vétérinaire, je pourrais savoir le fonctionnement d'un corps pour un chien, chat et tout ce qui est animaux et en même temps, je saurais aussi la circulation de mon corps

Est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui. Parce qu'on apprend plein de choses et quand tu es toujours à la maison, c'est pas super parce que tu es tout seul et à l'école, quand tu as quelque chose qui va pas, tu sais que tu peux en parler

Est-ce que tu lis des magazines scientifiques, est-ce que tu regardes des émissions scientifiques ?

Des magazines scientifiques, oui comme « Géo », « mon petit quotidien » mais par contre pour les reportages à la télé, c'est très rare à part quand il y a vraiment quelque chose qui m'intéresse

Est-ce que tu as déjà parlé de ce sujet, de la circulation du sang avec ta famille ?

Oui j'en ai parlé plusieurs fois et je sens qu'ils étaient intéressés par ce que je disais et mon frère m'a fait remarquer que ça pourrait être super de savoir tout ça si je veux être vétérinaire

Est-ce que tu sais ce que c'est, les sciences ?

Les sciences, je sais la définition, les sciences, c'est pour apprendre tout ce qui est corps humain, tout ce qui est nature

Ce que tu as fait, est-ce que ce sont des sciences ?

Oui parce que ça fait partie du corps humain et même ce que je disais avec mes copains, la technologie, c'est une science

Même si c'est pas du corps humain ?

Voilà, même si c'est pas du corps humain

Alors, c'est quoi une science ?

Une science, pour moi c'est un sujet passionnant parce que j'adore les sciences et la définition, comme je disais tout à l'heure, c'est quelque chose qu'on peut apprendre, c'est quelque chose de plus corsé

D'accord, est-ce que tu es bon en science ?

Oui, quand je m'y intéresse mais quand je m'y intéresse pas du tout, je suis très mauvais

6. SOLE

Est-ce que tu saurais me dire tout ce que tu as fait quand on est venu filmer, est-ce que tu pourrais m'expliquer ce qui t'a marquée, ce qui a été fait ?

On est allé en sport pour mesurer nos battements de cœur et notre respiration

Je crois que vous avez fait un tableau, est-ce que tu saurais retrouver dans les travaux ce que tu avais fait, toi ? Tu peux m'expliquer rapidement comment il est construit ?

Là, c'est pour la respiration. Là, c'était au repos, là c'était quand on courait normalement et là quand on faisait des efforts pour courir

Par exemple, moi j'ai 150 battements à la course modérée, où est-ce que je marque ça sur le tableau ?

Là

Est-ce que c'était ce tableau que vous aviez utilisé ou est-ce que c'en est un autre ?

Oui, je crois, enfin je sais plus mais je crois bien, enfin en tout cas, c'était un tableau qui ressemblait à ça

Ensuite, vous avez fait un grand tableau. Est-ce que tu te souviens de ce travail-là ?

On avait comparé, on avait supprimé ceux qu'on pensait que c'était impossible. Il y en a qui étaient complètement différents des autres, il y en a qui ont 20, d'autres 96 et 20 et 96, c'est complètement différent

Et alors pourquoi on aurait pas enlevé 96 à la place de 20 ?

Parce qu'on était au repos

Tu me dis 96 et 20. Je peux enlever 96 et garder 20 ?

Il y en avait plein qui étaient vers 96 etc'était le seul à avoir un petit numéro

Et ce tableau là, tu te souviens ce que c'est ?

Oui, c'était les enfants qui avaient 12 ans, qui avaient fait la même expérience

Pourquoi là, il y a un tableau avec relativement peu de chiffres et là il y en a beaucoup ?

Parce que c'était individuel. Ils ont rassemblé le nombre qu'il y avait en plus mais c'était plein de personnes qui avaient dû le faire

À un moment donné, on vous a fait lire des documents, est-ce que tu vas t'en souvenir, est-ce que tu te souviens de ce document où il y avait les besoins des muscles, comment l'oxygène arrive dans le sang. Quelles sont les informations que tu as extraites de ces documents. Est-ce que tu t'en souviens ?

Oui je me souviens qu'on l'avait lu en classe

Est-ce que tu peux me rappeler l'essentiel qu'il y avait dans ces documents, est-ce que c'est un peu trop loin peut-être ?

Le muscle, il a des nutriments

Est-ce qu'il a besoin d'autre chose, le muscle, il a besoin que de nutriments ?

De sang

De sang, et les nutriments, ils sont apportés comment ?

Avec l'air et l'O₂

Tu te souviens de ce que vous avez lu : glucose+dioxygène donne... est-ce que ça te dit quelque chose ?

Non

Parce que tu ne t'en souviens pas ou parce que tu ne l'avais pas compris ?

Je l'avais pas compris

Tu n'avais pas compris. Il y avait d'autres choses que tu n'avais pas trop bien comprises ?

J'ai assez compris, quand on a lu

Après ce document-là, on vous a demandé de mettre en relation justement ce dont tu me parlais, l'oxygène, les nutriments. Est-ce que tu retrouverais ton travail. Est-ce que tu peux m'expliquer ?

Par la bouche, il y a de l'air qui rentre et après il y a les nutriments qui rentrent par la bouche et après ils vont dans le sang et le sang va dans le muscle

Tu sais ce qu'il devient après ?

Le sang va dans tout le corps

Si par exemple, ici je mets les poumons, ça c'est le cœur et ça, un muscle, est-ce que tu pourrais me faire les liens qui existent entre ces différents éléments et m'expliquer

c'est-à-dire, je comprends pas

Tu m'as expliqué qu'il y avait un lien entre le cœur et le muscle, par exemple

Oui par le sang

Est-ce que tu pourrais me les dessiner ces liens entre les poumons, le cœur et le muscle ?

Ben enfin, dans les poumons, l'air arrive et l'air et le sang, ça se mélange, je sais pas, mais comment ça se mélange

Tu veux dire qu'il y a quelque chose dans l'air qui va passer dans le sang, et ensuite ce quelque chose, il va aller où ?

Il va aller dans les poumons, euh...non, il va aller dans le cœur et après ça va aller dans le muscle

Si je dis que des poumons, ça va au cœur et du cœur, ça va aux muscles, tu es d'accord ?

Oui

Une fois que le sang est dans les muscles, qu'est-ce qui se passe ?

Le sang, y' en qui reste un petit peu et le reste, il va dans tout le corps. Là, il y a le poumon, ça va dans le cœur et après ça va dans le muscle mais par contre l'O₂ et le CO₂ se mélange dans le muscle

Et tu sais pourquoi ça se mélange ?

Non

Je vais encore te poser quelques questions. Je voulais savoir si c'était difficile ce que tu avais fait, là ?

Oui. Il y a plein de choses, tous les mélanges, même dans le cœur, où ça va, c'est compliqué

Ce que tu as fait là, ce sont des sciences ?

Oui. Parce que ça parle du corps et je sais que le corps, c'est des sciences

Est-ce que tu lis des magazines scientifiques, ou tu regardes des émissions scientifiques ?

Ma maman est infirmière, donc des fois mais pas tout le temps, ça m'arrive mais je comprends pas tout

Et toi, est-ce que tu sais ce que tu veux faire comme métier plus tard ?

Non, je sais pas mais je ne crois pas que j'irai vers les sciences, c'est pas ce qui m'intéresse

C'est pas ton sujet préféré, d'accord, c'est quoi ton sujet préféré ?

J'aime bien les mathématiques et le français, c'est ce que je préfère

Est-ce que tu aimes bien aller à l'école ?

Oui. Je fais plein de choses. On travaille, on est parti en voyage, c'était bien, c'était intéressant.

Résumé

Cette thèse propose d'examiner des situations d'enseignement et d'apprentissage autour de la circulation du sang au cycle 3 de l'école élémentaire française de façon à en inférer des éléments susceptibles de les déterminer. Les analyses didactiques sont menées dans le cadre de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (Sensevy et Mercier, 2007) qui modélise l'action humaine en situation didactique comme une série de jeux d'apprentissage. Il s'agit de comprendre quelques uns des déterminants de ces jeux : le rapport aux objets de savoir du professeur, son épistémologie pratique et son activité adressée. La recherche propose de poursuivre l'exploration des déterminants du côté des élèves en examinant leur rapport aux objets de savoir et leur rapport à *l'apprendre* (Charlot, 1997). Pour cela, on procède à l'analyse ascendante de pratiques conjointes dans trois classes de CM2 dans lesquelles évoluent trois professeurs de formation initiale contrastée : un ayant une formation en psychologie, un de formation littéraire et un ayant une formation de biologiste.

Les résultats obtenus montrent une grande complexité dans les déterminants professoraux due à l'imbrication de blocs de déterminants qui laissent plus ou moins de place, selon les classes, à l'expression et la prise en compte des rapports aux objets de savoir des élèves. L'influence de ces derniers sur l'action conjointe par leur rapport aux objets de savoir est variable selon leur rapport à *l'apprendre*. Ces éléments apportant une meilleure compréhension des pratiques de classe peuvent fournir des pistes pour la formation des enseignants et des points d'appui pour l'évolution des pratiques enseignantes.

Mots-clés : pratiques conjointes, analyse didactique, épistémologie pratique, circulation du sang, rapport aux savoirs, école élémentaire.

Summary

This essay try to examin teaching and learning situations around circulatory system in primary french school (level 6) with the purpose to infer factors which could give determination of them. We do didactic analysis in Joint Action Didactic Theory (Sensevy and Mercier, 2007) who modelise human action in didactic situation like a set learning games. We have to understand some of games déterminants : teacher relationship to knowledge, practic epistemology and adressed activity. The research offer to continue student determinants exploration inspecting student relationship to knowledge and student *knowlegde approach* (Charlot, 1997). For that, we do bottom up analysis of joint practices in three clasrooms (CM2) with three teachers of contrasted initial background : a psychology background, a litterary and a scientific bakground.

Results show a very important complexity of teacher determinants on account of very closely interlinked bundle of determinants who let more or less space in the classrooms for expression and taking into consideration students relationship to knowledge. Student impact on joint action by relationship to knowledge varies among *knowledge approach*. Those elements can give a better understanding of classroom practices and suggested some indications for training teachers and to focus on teacher practices evolution.

Keywords : joint practices, didactic analysis, practic epistemology, circulatory system, relationship to knowledge, primary school.