



HAL
open science

Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum tunisien

Sameh Hrairi

► To cite this version:

Sameh Hrairi. Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum tunisien. Education. École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, 2004. Français. NNT : . tel-00136844v1

HAL Id: tel-00136844

<https://theses.hal.science/tel-00136844v1>

Submitted on 15 Mar 2007 (v1), last revised 20 Mar 2007 (v2)

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 Tunis

UMR STEF, ENS de Cachan

EDIPS, ISEFC de Tunis

**Thèse
présentée
pour obtenir**

Le grade de DOCTEUR EN DIDACTIQUE DES DISCIPLINES

Option Biologie

**Par
Sameh HRAIRI**

SUJET :

**FORMES ET FONCTIONS DES EXPERIENCES DANS
L'ENSEIGNEMENT DE LA BIOLOGIE : CAS DE LA
DIGESTION DANS LE CURRICULUM TUNISIEN**

Soutenue le 6 décembre 2004

Devant le jury composé de :

Madame Maryline COQUIDE.

Directeurs de thèse

Monsieur Ahmed CHABCHOUB

Monsieur Khemaïs BEN RHOUMA

Rapporteurs

Monsieur Christian ORANGE

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Madame Maryline COQUIDE qui a suivi de très près mon travail, qui m'a aidée à faire les premiers pas dans cette recherche et à l'amener à maturité.

Ma gratitude va également à Monsieur Ahmed CHABCHOUB pour avoir bien voulu diriger ce mémoire. Foisonnant d'idées, ses rendez-vous ont toujours été très enrichissants et efficaces. En acceptant de "m'adopter" dans son groupe de recherche, il a permis à ce travail d'aboutir.

Cette recherche doit son existence donc à mes directeurs de thèse : Maryline COQUIDE et Ahmed CHABCHOUB dont les efforts ont été inlassables pour assurer sa direction

Je remercie également Messieurs Khemais BEN RHOUMA et Christian ORANGE d'avoir accepté d'être les rapporteurs de mon travail malgré leurs innombrables occupations.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à tous les membres du laboratoire « Education, Didactique et Psychologie » de l'Institut Supérieur de l'Education et de la Formation Continue de Tunis ainsi que ceux de l'UMR STEF de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan pour leur aide et leur soutien.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE p.1

Partie 1 : CADRE DE REFERENCE DIDACTIQUE

Chapitre I : Les recherches sur l'enseignement de la digestion p6

- A. La problématique de la démarche expérimentale
dans l'enseignement de la digestion **p9**
- B. La problématique des conceptions et des obstacles liés
au phénomène de la digestion **p10**
- C. Du côté de l'épistémologie et l'histoire de la digestion **p13**
- D. Conclusion **p17**

Chapitre II : Les recherche sur les pratiques expérimentales scolaires p20

- A. La problématique du raisonnement et de la démarche expérimentale **p29**
- B. La problématique de la construction et de la
résolution des problèmes scientifiques **p33**
- C. Le rapport à l'expérimental et le rapport
expérimental au vivant **p34**
- D. Les finalités pédagogiques de l'expérimental **p38**
- E. Conclusion **p40**

Partie 2 : PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE

Chapitre I : Problématique p43

Chapitre II : Méthodologie	p49
A. Vers l'exploration du champ sémantique de la notion du « curriculum »	p49
B. Pourquoi avoir choisi l'approche curriculaire ?	p51
C. Outils de collecte de données	p54
D. Population étudiée	p66
E. Traitement des données	p69

Partie 3 : ANALYSE DES DONNEES **p72**

Chapitre I : Analyse des formes et des fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion en Tunisie.....	p74
A. Rappel des objectifs de ce chapitre	p74
B. Rappel de l'hypothèse de recherche.....	p74
C. Cadre de référence	p75
D. Rappel de la méthodologie	p85
E. Résultats et discussions.....	p86
F. Conclusion	p202

Chapitre II : Analyse des conceptions sur le vivant des apprenants tunisiens et de leurs enseignants dans l'enseignement expérimental de la digestion	p210
A. Rappel des objectifs de ce chapitre.....	p210
B. Rappel de l'hypothèse de recherche.....	p210
C. Rappel de la méthodologie	p211
D. L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro	p212
E. Les conceptions sur le vivant.....	p269
F. conclusion	p285

CONCLUSION GENERALE **p288**

BIBLIOGRAPHIE **p303**

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Notre recherche s'inscrit dans le champ de la didactique de la biologie. Elle se propose d'analyser les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au sein du curriculum tunisien. En effet, l'enseignement expérimental constitue, toujours, un sujet d'actualité dans les recherches didactiques et la prolifération des projets de recherche "la main à la pâte", des mémoires de DEA (Vialle, 1998 ; Lika, 1999, etc.), des thèses (Darley, 1992 ; Galiana, 1999), des HDR (Coquidé, 2000), des colloques et des publications (Revue d'Aster, Journées Internationales de Chamonix) en témoignent.

Par ailleurs, en plus de leur côté attractif pour les élèves, les activités expérimentales présentent des moments privilégiés permettant, à l'apprenant, de s'exercer à la démarche expérimentale, à la critique, à l'émission des hypothèses, à la conception des expériences, à l'interprétation des résultats, etc. Notre travail s'inscrit ainsi dans le cadre des recherches portant sur le fait que l'expérimentation aide ou engage la construction du savoir scolaire chez les élèves.

Dans le présent travail, nous allons, sous une approche curriculaire, analyser les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien. Il s'agit de caractériser les formes que ces pratiques expérimentales prennent et les fonctions qu'elles remplissent. Nous allons également essayer de caractériser les conceptions sur le vivant que ces expériences permettent de nourrir chez les apprenants tunisien ainsi que chez leurs enseignants. Il s'agit d'analyser comment l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est traitée dans ces pratiques et de dégager les conceptions des apprenants et de leurs enseignants sur le vivant, dans cet enseignement.

Pour notre investigation, nous adoptons l'approche curriculaire comme méthodologie de recherche. Nos analyses touchent ainsi les curriculum prescrits (analyse des programmes officiels), les curriculums potentiels (analyse des guides méthodologiques et des manuels scolaires) et les curriculums réels (observations de

séquences d'enseignement expérimental de la digestion, des entretiens et des questionnaires auprès des apprenants tunisiens et de leurs enseignants). Cette recherche porte sur l'enseignement expérimental de la digestion tout au long du cursus scolaire tunisien. Nous retenons, pour notre étude, la 9^{ème} année¹, pour l'enseignement de base la 3^{ème} année² pour l'enseignement secondaire et la Maîtrise Sciences de la Vie et de la Terre (SVT4)³ pour l'enseignement supérieur. En effet, au sein du curriculum tunisien, l'enseignement expérimental de la digestion se trouve administré à ces niveaux scolaires.

Le but de cette réflexion didactique sera prioritairement axé sur une meilleure prise en compte des spécificités du vivant dans ces pratiques expérimentales, au sein du curriculum tunisien. Vue sous cette perspective, notre recherche se situe donc, au carrefour des travaux didactiques réalisés dans trois domaines, à savoir :

- Les recherches sur les pratiques expérimentales scolaires : puisque nous nous intéressons aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Les recherches sur l'approche curriculaire : nous adoptons l'approche curriculaire comme méthodologie de recherche.
- Les recherches sur l'enseignement-apprentissage de la digestion : Notre objet d'étude biologique s'avère le phénomène de la digestion.

Nous nous trouvons ainsi dans la nécessité de répondre à ces questions :

- Pourquoi avoir choisi la digestion comme phénomène biologique pour cette recherche ?
- Pourquoi s'être intéressé à l'enseignement expérimental de la digestion ?
- Et pourquoi avoir choisi d'explorer l'axe des formes et fonctions de cet enseignement ?

Les réponses à ces questions sont puisées dans le cadre de référence didactique de cette recherche qui s'articule autour de deux chapitres :

¹ L'âge moyen de ces collégiens est de 14 ans.

² Il s'agit de lycéens d'un âge moyen de 17 ans.

³ Ces étudiants ont un âge moyen de 22 ans.

- Le 1^{er} chapitre reflète un état des lieux relatif aux travaux en didactique de la biologie qui ont traité les problèmes liés à l'enseignement-apprentissage de la digestion. Il s'agit d'analyser ces recherches afin de caractériser leurs problématiques. Dans ce chapitre, nous nous sommes également intéressé à la place de l'enseignement expérimental de la digestion dans le cursus scolaire tunisien.
- Le 2^{ème} chapitre présente une analyse des recherches didactiques réalisées sur les pratiques expérimentales scolaires. Différents secteurs de recherche tels que la didactique de la physique, la didactique de la biologie et la didactique de la chimie, ont été explorés dans le but de comprendre les problématiques traitées par ces recherches.

De telles analyses ont contribué d'une façon significative à la compréhension des problèmes et des difficultés qui accompagnent l'enseignement expérimental des sciences ainsi que l'enseignement de la digestion. Ces analyses ont permis d'enrichir et de nourrir le cadre conceptuel de notre recherche. Elles ont aussi permis de préciser les aspects ainsi que les apports de notre travail qui le différencient par rapport aux recherches analysées.

Nous allons ainsi définir le cadre de référence didactique de notre recherche sur lequel nous pourrions nous appuyer pour justifier le choix de notre sujet de travail et caractériser son originalité.

PARTIE 1 :

CADRE DE REFERENCE DIDACTIQUE

Chapitre I :

Les recherches sur l'enseignement de la digestion

Dans ce chapitre, nous nous proposons d'analyser les recherches didactiques menées sur l'enseignement de la digestion. Et ceci pour comprendre, en premier temps, comment ces travaux ont été menés et pouvoir, en deuxième temps, montrer l'originalité de notre recherche et la situer par rapport à ces études.

Les publications en didactique de la biologie témoignent du fait que l'enseignement de la digestion a fait l'objet de plusieurs études. Ces dernières avaient des questionnements et des orientations diversifiés. Parmi ces recherches nous pouvons citer celles menées par Orlandi (1991), Sauvageot (1991), Giordan et De Vecchi (1987); et Clément (1991)

Pour mieux lire et comprendre ces différents travaux, nous avons construit la grille de lecture suivante :

- **But, constat ou problème de la recherche.**
- **Mots clés.**
- **Méthodologie de la recherche.**
- **Résultats trouvés, discussions et propositions.**

L'application de cette grille aux différents travaux étudiés, nous a fourni le tableau suivant :

Auteurs	But, constat ou problème de la recherche	Mots clés	Méthodologie de la recherche.	Résultats trouvés, discussions et propositions.
UKLAINDI (1991)	Identifier les conceptions des enseignants français de la biologie sur la démarche expérimentale portant sur la digestion artificielle d'un aliment par la salive.	Conceptions, démarche expérimentale, pratique pédagogique, valeurs éducatives.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interviews semi directives avec cinq enseignants ▪ Analyse du contenu (interviews retranscrites) en se centrant sur trois points essentiels : la logique expérimentale, la pratique pédagogique et les justifications des enseignants. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deux grandes tendances expérimentales (linéaire et multidirectionnelle) caractérisées chez les professeurs. ▪ La démarche expérimentale des enseignants est liée à leurs valeurs éducatives et leurs conceptions sur les sciences.
SAUVAGEU (1991a, 1991b)	Dégager les obstacles rencontrés par les élèves dans l'appropriation du phénomène de la digestion.	Obstacles, rupture épistémologique, tr a m e conceptuelle, situations-problèmes.	Elle a utilisé plusieurs outils faisant appel à des modes d'expression complémentaire.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Différents obstacles identifiés. ▪ La mise en place de situations - problèmes adoptées permet de dépasser ces obstacles.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">De Vecchi et Giordan (1987)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caractériser les conceptions à propos du phénomène de la digestion. ▪ conceptions développées par différents publics : des enfants de 9 à 10 ans n'ayant jamais suivi de cours concernant la digestion, des élèves de secondaire, des adultes ayant fait des études universitaires de physique et de mathématiques, des adultes instituteurs en formation, etc. 	<p>Conceptions, digestion</p>	<p>« <i>tu manges. En te servant d'un dessin, essaie d'expliquer où vont et que deviennent une pomme et un jus d'orange quant ils sont entrés dans ton corps</i> » (Giordan et De Vecchi, 1987, p17).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Différentes conceptions caractérisées ▪ Il n'y a pas une grande différence entre les conceptions d'enfants n'ayant jamais abordé l'appareil digestif et celles des sujets âgés l'ayant traité dans le cadre de l'enseignement qu'ils ont reçu.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Clement (1991)</p>	<p>dégager les conceptions de différents publics (étudiants de biologie, enseignants de mathématiques, etc.) sur le phénomène de la digestion excréation.</p>	<p>Conceptions, Obstacles, digestion, excréation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Questionnaire où ces sujets sont invités à schématiser 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ conception de « tuyauterie continue » ▪ Obstacle épistémologique : paroi du tube digestif imperméable.

La lecture de ces travaux, à travers cette grille, montre que ces recherches, bien qu'elles présentent le même point d'intérêt, à savoir les problèmes liés à l'enseignement de la digestion, ont été menées autour de deux principaux axes :

1. la démarche expérimentale dans l'enseignement de la digestion : Orlandi (1991).
2. Les conceptions et les obstacles liés au phénomènes de la digestion : Sauvageot (1991a, 1991b), Clément (1991) et De Vecchi et Giordan (1987).

Ainsi, nous avons choisi de commenter le tableau ci-dessus en regroupant les différentes études selon leur problématique de recherche.

A. La problématique de la démarche expérimentale dans l'enseignement de la digestion :

ORLANDI (1991) a traité la question de la démarche expérimentale. Elle s'est intéressée aux conceptions des enseignants de la biologie sur la pratique expérimentale, au cours d'une séquence expérimentale portant sur "*la digestion artificielle d'un aliment par la salive*", en classe de troisième. Cet auteur est parti de l'hypothèse suivante : un certain nombre de choix pédagogiques sont le reflet des conceptions des enseignants sur les contenus et les méthodes qu'ils enseignent. Autrement dit, ORLANDI a considéré que les pratiques pédagogiques étaient liées aux conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. Pour la collecte d'informations, elle s'est basée sur des interviews avec des enseignants sur leurs pratiques pédagogiques.

Dans l'analyse des interviews, cet auteur s'est centré sur les trois points suivants :

- La logique expérimentale mise en œuvre
- La pratique pédagogique employée
- Les justifications des enseignants.

En ce qui concerne la logique expérimentale mise en œuvre, ORLANDI a identifié deux grandes tendances expérimentales chez les enseignants interviewés :

- Une tendance convergente, directive, linéaire, canalisée et monstrative.

- Une tendance ouverte, multidirectionnelle (en escargot) et démonstrative.

L'analyse des interviews au plan du style pédagogique amène à la conclusion, que dans aucun des cas, les élèves ne sont laissés entièrement autonomes au cours de la séance. Toutefois, le degré de directivité diffère d'un enseignant à un autre. De même ORLANDI a mis en évidence un parallélisme remarquable, entre la pratique pédagogique, l'épistémologie spontanée⁴ (les conceptions sur la recherche scientifique) et les valeurs éducatives, c'est-à-dire les aspects de la démarche expérimentale que les enseignants cherchent à développer chez leurs élèves. En d'autres termes, il apparaît que la démarche expérimentale, mise en œuvre par les professeurs semble être liée à leurs valeurs éducatives et leurs conceptions sur la science.

B. La problématique des conceptions et des obstacles liés au phénomène de la digestion :

Les problèmes liés à l'enseignement de la digestion ont fait l'objet de plusieurs recherches en didactique de la biologie. Ainsi, différentes conceptions de la digestion ont été caractérisées et une diversité d'obstacles a été détectée.

Parmi ces recherches, nous pouvons citer celles menées par SAUVAGEOT (1991a ; 1991 b). En effet, cet auteur a interrogé les problèmes posés par l'enseignement du phénomène de la digestion au collège. Le but de sa recherche était de dégager les obstacles rencontrés par les élèves dans la compréhension de ce phénomène physiologique. Pour cela, cet auteur a utilisé différents outils, faisant appel à des modes d'expression complémentaire, tels que : des questions ouvertes, des questions à choix multiple, des schémas et des dessins, des expériences historiques à commenter et à interpréter, un questionnaire vrai ou faux, etc.

L'analyse des réponses a mis en évidence différents obstacles rencontrés par les élèves dans l'acquisition du concept de la digestion, tels que :

⁴ Face à cette terminologie, Coquidé (2000) préfère utiliser l'adjectif de " conceptions épistémiques " plutôt que celui d' " épistémologie spontanée ", car plusieurs recherches ont montré que les conceptions des enseignants sur la science sont hétérogènes.

- La survalorisation de l'estomac : un obstacle au fait que la digestion s'effectue en quatre lieux différents où les aliments se transforment.
- L'unicité du lieu de la digestion et l'action d'un seul suc (gastrique) : un obstacle à la notion de spécificité de transformations chimiques
- La digestion est un ensemble de phénomènes mécaniques (broyage, découpage...) : un obstacle aux processus chimiques de la digestion.

Comme solution, SAUVAGEOT considère que ces problèmes peuvent être pris comme objectif grâce à des situations problèmes adaptées. Ces dernières consistent à transformer ces obstacles en termes d'objectifs-cibles à atteindre par l'enseignement du concept de la digestion. Et à placer, ensuite, les élèves dans des situations problèmes qui puissent provoquer un conflit socio-cognitif amenant ces sujets à construire des conceptions plus élaborées.

Par ailleurs, Giordan et De Vecchi (1987) ont travaillé sur les conceptions à propos des concepts scientifiques enseignés. Dans ce cadre, leur intérêt a porté également sur le phénomène de la digestion. Ils ont étudié les conceptions développées par différents publics (des enfants de 9 à 10 ans n'ayant jamais suivi de cours concernant la digestion, des élèves de secondaire, des adultes ayant fait des études universitaires de physique et de mathématiques, des adultes instituteurs en formation, etc.) sur ce phénomène physiologique. Ces sujets étaient invités à répondre à la question suivante : « *tu manges. En te servant d'un dessin, essaie d'expliquer où vont et que deviennent une pomme et un jus d'orange quand ils sont entrés dans ton corps* » (Giordan et De Vecchi, 1987, p17). L'analyse des productions des différents sujets étudiés révèle une certaine ressemblance entre les différents publics quant aux conceptions sur la digestion. En effet, ces auteurs ont remarqué qu'il n'y a pas une grande différence entre les conceptions d'enfants n'ayant jamais abordé l'appareil digestif et celles des sujets âgés l'ayant traité dans le cadre de l'enseignement qu'ils ont reçu.

Clément (1991) s'est intéressé aussi aux conceptions sur le phénomène de la digestion-excrétion. Il a essayé d'identifier ces conceptions chez différents publics : étudiants de biologie, enseignants de mathématiques, enseignants de biologie, etc. Pour cela, il a administré un questionnaire auprès de ces sujets. Ces derniers étaient

invités à schématiser le trajet d'un aliment dans le corps humain. L'analyse des productions des différents sujets interrogés a permis à ce chercheur de remarquer la dominance de la conception de «tuyauterie continue». En effet, la majorité de ces sujets schématisent un trajet continu (en forme de tuyau) des aliments ingérés.

Clément a distingué également qu'un obstacle de nature épistémologique présente l'origine d'une telle conception. Cet obstacle consiste à considérer que la paroi du tube digestif est imperméable. La recherche menée par Clément semble ainsi être complémentaire à celle de Giordan et De Vecchi (1987).

En résumé :

Loin d'être exhaustive, cette revue des recherches didactiques effectuées sur les problèmes liés à l'enseignement de la digestion a montré que ces travaux ont exploré deux principaux axes :

- La démarche expérimentale adoptée dans l'enseignement de la digestion
- Les conceptions et les obstacles liés à la compréhension de ce phénomène physiologique.

Il s'avère donc que l'axe relatif aux formes et fonctions que l'enseignement expérimental de la digestion peut prendre, n'est pas traité. Or, une étude des programmes scolaires tunisiens montre que la digestion fait l'objet de plusieurs formes d'expériences, et ceci dans différents niveaux scolaires (collège, lycée et faculté). Il s'agit d'expériences historiques évoquées, des manipulations réalisées en classes, des observations, etc. Une recherche sur les formes que ces pratiques peuvent prendre et les fonctions qu'elles remplissent, s'avère ainsi importante. Une telle étude présente une complémentarité avec les travaux didactiques déjà menés sur la digestion, du fait qu'elle interroge les problèmes liés à l'enseignement de ce phénomène, mais sous un angle différent, celui de l'expérimental.

Par ailleurs, l'analyse des travaux effectués sur l'enseignement de la digestion nous a permis de percevoir que ces différentes réflexions ont été nourries par l'épistémologie et l'histoire de la digestion. En effet, nous avons remarqué que les deux axes explorés par ces recherches didactiques (les conceptions et les obstacles liés à la compréhension de la digestion ; et les pratiques expérimentales dans la

compréhension de ce phénomène) ont été déjà évoqués et traités par des chercheurs en épistémologie et histoire des sciences. Ce qui, nous mène vers l'étude de ces travaux.

C. Du côté de l'épistémologie et de l'histoire de la digestion :

Nous rappelons que les obstacles liés à la compréhension de la digestion ainsi que l'importance de l'expérimental dans la compréhension de ce phénomène ont été déjà explorés par des chercheurs en épistémologie et en histoire des sciences. Tout ceci a contribué à porter notre intérêt sur une analyse de ces travaux. Cependant, cette analyse ne prétend pas être une revue exhaustive de tous les courants et les écoles épistémologiques portant sur la digestion. En effet, l'épistémologie reste un champ d'analyse de la construction des connaissances dont il est difficile de nier l'intérêt lorsque nous nous intéressons à la didactique de la biologie. C'est pourquoi même si le risque était grand d'être incomplète dans le tour d'horizon et maladroit dans les analyses, il était indispensable, pour analyser l'origine des réflexions didactiques effectuées sur la digestion, d'effectuer cette synthèse bibliographique.

1. Les Obstacles liés à la compréhension de la digestion :

BACHELARD (1938), à travers l'étude de l'épistémologie et l'histoire de la digestion, a montré que ce phénomène physiologique présente une question complexe ayant des racines pré-scientifiques extrêmement fortes et qui a fait l'objet de plusieurs mythes, tel que le mythe de l'assimilation des semblables par la digestion. En effet, pour FABRE, par exemple, l'aliment doit subir diverses altérations et transformations pour se rendre semblable à son alimenté. Puisque, pour lui, le semblable attire le semblable et le semblable a besoin du semblable pour s'accroître (BACHELARD, 1938).

Cet auteur a montré, également, que la digestion a présenté des obstacles, qui ont freiné les connaissances scientifiques à un certain moment, tel que l'obstacle animiste. Ce dernier provient de l'analogie entre la digestion et d'autres phénomènes et consiste à expliquer plusieurs phénomènes chimiques ou physiques en imitant le phénomène de la digestion. Ce genre d'explication a été poussé à l'extrême jusqu'à

considérer la terre comme un vaste appareil digestif. En effet, HUNAULT considère que la matière minérale est préparée dans la terre, qui comme un estomac aidé de la chaleur du soleil, la cuit et la digère.

BACHELARD (1938) considère aussi que l'obstacle animiste est en relation avec la valorisation de la digestion, au point d'essayer d'expliquer plusieurs phénomènes, telles que la génération des minéraux et même de la terre entière, par le modèle de la digestion. Puisque, pour l'esprit pré-scientifique, la digestion était un mystère et une intimité, elle était inconsciemment valorisée et adoptée comme un moyen et un modèle explicatif de plusieurs phénomènes. (SALOMON-BAYET, 1978).

Par ailleurs, la doctrine vitaliste, née en réaction aux mécanistes, a constitué également un obstacle à l'avancée des connaissances scientifique sur la digestion. Selon cette théorie l'être vivant est une machine plus une âme, où une force vitale agit toujours sur le fonctionnement mécanique. Les vitalistes ont donc expliqué les phénomènes de l'organisme par une force vitale et non par des facteurs physico-chimiques. Pour eux, le principe vital était la cause qui produisait tous les phénomènes de la vie dans le corps, entre autre la digestion. Ces vitalistes étaient réticents à l'expérimentation et l'approche analytique de l'organisme. Parce que, pour eux, la force vitale peut soustraire le corps vivant aux influences physico-chimiques générales et le rendre, ainsi, inaccessible à l'expérimentation. Cependant, bien que l'approche vitaliste a présenté un obstacle à l'avancée des connaissances sur la digestion, nous pensons que cette théorie présente un côté **juste** dans ses principes, du fait qu'elle a souligné l'existence d'une harmonie physiologique entre toutes les parties du corps et une spécificité des pratiques expérimentales sur le vivant. En effet, BERNARD (1865) considère que chez tout être vivant il y a une idée directrice, créatrice et vitale qui se développe et se manifeste par l'organisation et l'harmonie de tout l'organisme. Mais cela ne fait pas de BERNARD un partisan de la conception de BARTHEZ, puisque BERNARD considère que la physiologie ne peut agir que par l'intermédiaire de la physico-chimie animale.

Par ailleurs, l'interdiction de la vivisection a présenté également un obstacle à la compréhension de la digestion qui a fait ainsi l'objet d'explications mythologiques et philosophiques. En effet, au début du XVI^{ème} siècle, l'interdiction de la dissection humaine a fait de l'intérieur de l'organisme une boîte noire mal connue. Alors que Spallanzani, grâce à la vivisection de l'estomac de quatre poules, a pu affirmer que les aliments ne fermentent pas dans l'estomac.

Pour conclure, nous pouvons dire que la construction des connaissances sur le phénomène de la digestion, comme tout autre phénomène scientifique, s'est faite suite à la mise en cause de théories anciennes et révision, remplacement ou réfutation de résultats antérieurs. Sa construction n'était pas gratuite. Plusieurs défis théoriques, épistémologiques et éthiques ont été dépassés. En effet, le vivant n'est plus étudié comme un système global indissociable, les théories totalisantes ont été dépassées (avec les mécanistes), une vision de plus en plus réductionniste de l'être vivant avec changement continu du niveau d'intégrons (de l'organisme tout entier vers le niveau atomique et même moléculaire), la doctrine vitaliste a été éloignée par les expériences de digestion artificielle annoncées par REAUMUR et complétées par SPALLANZANI et les obstacles de l'attraction du semblable par le semblable et de la valorisation de l'estomac ont été dépassés avec les travaux de BERNARD. Toutefois, nous pensons que l'œuvre principale de cet auteur⁵, consiste à la conceptualisation du «milieu intérieur» (SALOMON-BAYET, 1978). La digestion se trouve ainsi différenciée par rapport à d'autres fonctions proches telles que l'absorption.

2. L'importance des pratiques expérimentales dans la compréhension de la digestion :

Dans la compréhension du phénomène de la digestion, l'approche réductionniste du vivant, commencée par Réaumur et complétée par Spallanzani a joué un rôle décisif et fondamental. En effet, SALOMON-BAYET (1978) considère que 1752, date où REAUMUR a commencé à étudier la digestion avec une approche réductionniste, une date exemplaire du fait qu'elle correspond à la mise en évidence d'un nouveau processus de recherche qui consiste à diviser pour comprendre et à expérimenter pour prouver. Cette vision réduit la digestion et son étude, à elle-même en tant que phénomène " unique ", c'est à dire isolé dans son unité fonctionnelle, comme l'a formulé SPALLANZANI. Cette approche a réussi à ramener le phénomène de digestion "In vitro" et a contribué fortement à la compréhension de ce phénomène.

⁵ À côté de son célèbre ouvrage " *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* " qui constitue un véritable guide pour les biologistes, chercheur et expérimentateur, et un modèle de raisonnement de formulation et de construction des concepts.

En effet, ici, la digestion est devenue un phénomène immédiat, c'est-à-dire accessible dans ses opérations grâce aux expériences de digestions artificielles.

Les investigations expérimentales de Réaumur et Spallanzani sur la digestion ont constitué ainsi une véritable rupture épistémologique avec les recherches précédentes. En effet, en pratiquant la méthode expérimentale, ces deux chercheurs ont réussi à libérer la digestion de la mythologie et en faire un véritable objet scientifique appartenant à un monde d'idées, de questions, de problématisations et d'expériences. D'où l'importance de l'approche analytique et expérimentale dans la compréhension du phénomène de la digestion.

Les investigations expérimentales sur la digestion, réalisées par REAUMUR et SPALLANZANI, peuvent être considérées comme préfigurant une science expérimentale. En effet, au cours de leurs recherches sur la digestion ces deux chercheurs ont su :

- Tenir compte des résultats de leurs contemporains et leurs précédents
- Problématiser, poser des questions et mettre en doute, même dans le cas où le doute semblerait le moins permis.
- Formuler des hypothèses, parfois contradictoires.
- Imaginer, proposer et conduire, d'une manière rigoureuse un protocole expérimental, où la comparaison avec des témoins, la séparation de facteurs (variables), la répétition des expériences et l'utilisation de mesures (poids des aliments, durée de l'expérience, nombre d'animaux) sont bien respectées.
- Interpréter les résultats trouvés.
- Exposer et communiquer les résultats.
- Défendre leurs démarches en s'appuyant sur des preuves scientifiques

Par ailleurs, l'approche expérimentale de la digestion initiée par Réaumur et Spallanzani, a été complétée par de nombreuses autres études. Ainsi, Beaumont a entrepris, sur un patient canadien présentant une ouverture fistuleuse de l'estomac, une série d'expériences aussi bien In vivo (dans l'estomac de ce patient) qu'In vitro, avec le suc gastrique recueilli. Ces expériences ont montré que la dégradation des aliments dans l'estomac est un processus chimique. Ce qui a permis à ce chercheur de confirmer les conclusions de Spallanzani. Publiés en 1833, les travaux de

Beaumont ont avancé une nouvelle méthode d'étude expérimentale, qui consiste en la fistule gastrique, et ont présenté, par conséquent, un grand intérêt pour les physiologistes. Ces derniers ont utilisé, par voie chirurgicale, des fistules gastriques chez les chiens pour recueillir du suc gastrique utilisé, par la suite, dans diverses expériences.

À la fin, il nous paraît important à signaler que, bien que l'approche expérimentale et analytique ait joué un rôle fondamental dans la compréhension du phénomène de la digestion, il ne faut pas perdre de vue les limites de telle approche en biologie. En effet, les pratiques expérimentales, en biologie, ont été fortement critiquées, par comparaison aux pratiques expérimentales dans d'autres sciences, comme la physique et la chimie. Du fait que, dans les sciences de la vie, le sujet d'étude est l'être vivant et ses différentes fonctions. Ce dernier présente une complexité et une variabilité qui rendent les investigations expérimentales en biologie très difficiles. Pour cela, il s'avère nécessaire de pratiquer l'analyse physiologique tout en tenant compte de l'unité harmonique de l'organisme.

Nous nous trouvons ainsi devant un réel paradoxe : l'importance d'une approche analytique et expérimentale dans la compréhension de la digestion, d'une part, et les limites et les précautions qu'une telle approche suscite en biologie d'autre part. La question que nous nous posons est alors la suivante : comment le curriculum tunisien gère-t-il un tel paradoxe au niveau de l'enseignement expérimental de la digestion ?

Une analyse curriculaire des formes et des fonctions que prennent les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion nous paraît ainsi indispensable pour répondre à une telle interrogation.

D. Conclusion :

La revue, loin d'être exhaustive, des recherches didactiques effectuées sur les problèmes liés à l'enseignement de la digestion, nous a permis de remarquer que ces travaux ont exploré deux principaux axes :

- La démarche expérimentale adoptée dans l'enseignement de la digestion
- Les conceptions et les obstacles liés à la compréhension de ce phénomène physiologique.

Par ailleurs, nous avons remarqué que ces réflexions didactiques ont été nourries par l'épistémologie et l'histoire de la biologie. En effet, ces axes de recherches ont été déjà explorés par des chercheurs en épistémologie et histoire des sciences. Tout ceci a contribué à faire porter notre intérêt sur une analyse de ces travaux. Cette analyse nous a permis de remarquer que :

- La digestion présente des racines préscientifiques fortes et la compréhension de ce phénomène a été étroitement liée à des pratiques expérimentales qui présentent une approche analytique du vivant. Ces pratiques se jouent aussi bien In vivo qu'In vitro, contribuant ainsi à la constitution d'un rapport expérimental au vivant. D'où l'importance des pratiques expérimentales dans la compréhension du phénomène de la digestion.
- Cependant, l'approche physico-chimique du vivant, pose de nombreux problèmes et présente plusieurs limites liées aux spécificités du vivant, objet d'étude de la biologie.

Un réel paradoxe émerge ainsi : l'importance de l'expérimental dans la compréhension de la digestion d'une part et les limites et les précautions qu'une telle approche suscite en biologie d'autre part. La question que nous nous posons est alors la suivante : comment le curriculum tunisien gère-t-il un tel paradoxe au niveau de l'enseignement expérimental de la digestion ? Une analyse curriculaire des formes et des fonctions que prennent les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion nous paraît ainsi indispensable pour répondre à une telle interrogation.

S'intéressons à l'enseignement expérimental de la digestion, il nous a paru nécessaire d'analyser dans le chapitre suivant les travaux didactiques qui ont porté sur les pratiques expérimentales scolaires. Une telle étude permettra de signaler l'apport de notre travail par rapport à ces recherches.

Chapitre II :

Les recherches sur les pratiques expérimentales scolaires

Toujours dans le but de caractériser notre recherche par rapport à des travaux proches, nous proposons dans ce chapitre une revue de questions relatives aux problèmes liés à l'enseignement expérimental en biologie.

Les publications en sciences de l'éducation témoignent du fait que «l'expérimental» a été le point central de plusieurs études. Ces dernières avaient des questionnements et des orientations diversifiés.

Pour mieux lire et comprendre ces différents travaux, nous avons adopté la même grille de lecture que nous avons construite pour analyser les recherches menées sur l'enseignement de la digestion. Cette grille renferme donc les points suivants :

- **But, constat ou problème de la recherche.**
- **Mots clés.**
- **Méthodologie de la recherche.**
- **Résultats trouvés, discussions et propositions.**

L'application de cette grille aux différents travaux étudiés, nous a fourni le tableau suivant :

Auteurs	But, constat ou problème de la recherche	Mots clés	Méthodologie de la recherche.	Résultats trouvés, discussions et propositions.
VIALLE (1998)	Etudier si la démarche expérimentale, dans l'enseignement de la biologie, a évolué réellement suite à la réforme de 1992. Elle a également étudié l'introduction de l'EXAO dans l'enseignement expérimental de la biologie : ses apports et ses limites.	Conceptions, démarche expérimentale, résolution de problèmes, épistémologie.	Interviews avec des enseignants sur leurs pratiques expérimentales en classe portant sur la biologie des levures et l'utilisation des micro-organismes dans les industries de fermentation.	Evolution de l'approche de la démarche expérimentale chez les professeurs.

<p>Suite à un constat de présence de plusieurs difficultés liées à la démarche expérimentale chez les étudiants, il a essayé de transposer la démarche scientifique dans le cadre des travaux pratiques de physiologie animale portant sur le concept du potentiel d'action et destinés aux étudiants de deuxième année du premier cycle universitaire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Démarche scientifique, transposition didactique, épistémologie, travaux pratiques. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse épistémologique de la démarche scientifique. ▪ Analyse (quantitative et qualitative) des productions des élèves (leurs protocoles expérimentaux, leurs niveaux de production, leurs réponses au questionnaire d'évaluation), suite à la mise en place de la séquence d'enseignement expérimental transposée. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La démarche expérimentale des chercheurs est toujours une démarche de résolution de problème à propos d'un phénomène donné. ▪ Le protocole expérimental proposé est perçu positivement par la plupart des étudiants. ▪ Bien qu'il ait réussi à proposer aux étudiants une approche différente pour lire et comprendre les phénomènes, ce protocole ne présente pas un modèle universel pour l'enseignement scientifique de la biologie.
---	--	---	---

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">DARLET et DUMUCPIL (1998)</p>	<p>Mettre à l'épreuve un point de vue largement répandu et selon lequel l'enseignement de la biologie est fortement inductiviste.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Démarche expérimentale, inductivisme, déductivisme, épistémologie. 	<p>Analyse d'une séquence d'enseignement expérimental portant sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire, en classe de troisième du collège.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La démarche expérimentale est basée sur une logique formelle et déductiviste. ▪ D'où, l'importance de la mise en place d'une phase d'induction.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">GALIANA (1999)</p>	<p>Les problèmes didactiques posés par l'enseignement expérimental du concept de la photosynthèse dans les classes scientifiques des lycées.</p>	<p>démarche expérimentale, épistémologie, inductivisme, manuel scolaire.</p>	<p>Analyse historique des expériences relatives au concept de la photosynthèse, présentes dans les manuels scolaires français de biologie édités entre 1850 et 1996.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une évolution du statut de l'expérience relative à la photosynthèse dans les manuels scolaires français de biologie, avec identification de quatre périodes principales. ▪ Dominance de la logique inductiviste, d'où la nécessité de repenser l'expérimentation en tant que résolution de problèmes scientifiques.

<p>Caractériser le fonctionnement intellectuel des étudiants au cours de la manipulation au laboratoire.</p>	<p>Travaux pratique, "réseau de concepts", "réseau d'actions", opérations intellectuelles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observer des étudiants pendant des séances de travaux pratiques de physique, de deuxième année de DEUG. ▪ Analyse les données recueillies en ayant recours à des catégories de la psychologie cognitive ("réseau d'actions" et "réseau de concepts"). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les étudiants se sont enfermés dans des réseaux d'actions. ▪ Plusieurs questions didactiques découlent de cette recherche.
--	--	--	---

URANGE
(1998)

Il a interrogé les pratiques expérimentales, en tant que moyen d'acquisition du savoir scientifique, du point de vue la construction des problèmes.

Problèmes, problématisation, investigation empirique, épistémologie, registre des modèles, registre empirique

Etudier le travail des élèves de première S lors d'une sortie géologique, pour cela, deux groupes (de 2 et 3 élèves) ont été suivis chacun par un membre de l'équipe de recherche qui a pris des notes et enregistré (audio) pendant les 90 minutes que ce travail a duré sur le terrain.

- Une réelle difficulté à mettre les élèves dans des situations de problématisation.
- Une nécessité à repenser les pratiques expérimentales en termes de construction de problèmes.

COURSE
 (1998, 1999, 2000)

<p>Ses questions de recherche sont multiples et variées. Elles tournent autour du rapport expérimental au vivant.</p>	<p>Conceptions, rapport à l'expérimental, référent empirique, curriculum, résistance du réel, formes et fonctions des expériences, modes didactiques etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse des curriculums prescrits et potentiels. • Analyse des textes officiels et des guides pédagogiques. • Interviews semi-directives avec des enseignants et des futurs professeurs de biologie. • Analyse et observation des séquences de pratiques expérimentales en biologie. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le rapport expérimental est construit et il n'est jamais donné. ▪ Des difficultés à prendre certaines décisions concernant les pratiques expérimentales chez les enseignants interviewés. ▪ Trois modes didactiques peuvent piloter les pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences. ▪ Pauvreté des références empiriques chez les élèves. D'où la nécessité d'interroger le référent empirique qui va fonder l'apprentissage.
---	---	---	---

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">JUNEAU (1989)</p>	<p>Le rapport à l'expérimental dans l'enseignement de la physique.</p>	<p>Le rapport à l'expérimental, inductivisme, expériences prototypiques, physique.</p>	<p>Etudes épistémologique et historique des options pédagogiques qui ont soutenu l'enseignement de la physique, en France.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le rapport à l'expérimental est ambigu et marqué par la dominance des expériences prototypiques. ▪ D'où, la nécessité de centrer les pratiques expérimentales sur les démarches hypothético-déductives et sur les processus de modélisation.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">NUTTALL WELLSINGTON (1996)</p>	<p>Le rôle des travaux pratiques dans l'enseignement des sciences en Angleterre</p>	<p>Practical work, aims, laboratory, nature of science, Views, critical incidents</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse et synthèse de recherches anglo-saxonnes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dix objectifs de pratiques expérimentales ont été identifiés. ▪ Une telle diversité d'objectifs est à l'origine de plusieurs difficultés, concernant l'expérimental, rencontrées par les professeurs ▪ Les laboratoires répondent à deux fonctions principales : la création et la recréation du savoir scientifique, et l'invention des méthodes scientifiques.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">LUNNELLET (1998)</p>	<p>La place du laboratoire dans l'enseignement des sciences en Angleterre.</p>	<p>Laboratory, Laboratory work, epistemology, pedagogic method, structure.</p>	<p>Interviews semi-directives réalisées avec des enseignants appartenant à différentes écoles, après une matinée d'observation en classe. Ces interviews sont retranscrites et retournées aux enseignants pour les commenter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les commentaires ont varié d'une école à une autre. ▪ L'image de la place du laboratoire dans l'enseignement des sciences a été presque uniforme dans les différentes écoles : il a été considéré comme lieu d'enseignement et d'acquisition du savoir.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">WRIGHT (1996)</p>	<p>Rôle et fonctions des activités au laboratoire dans l'enseignement en Angleterre.</p>	<p>Laboratory, Laboratory work, methods of science, students.</p>	<p>Analyse des études anglo-saxonnes concernant les activités en laboratoires.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le laboratoire est imbriqué dans la pratique de l'enseignement des sciences, bien que ses finalités ne soient pas clarifiées. ▪ La nécessité de repenser les activités expérimentales en laboratoire en tant que de réelles activités scientifiques.

La lecture des travaux à travers cette grille, montre que ces recherches ont été menées autour de questions et d'orientations diversifiées. Toutefois, nous remarquons que quatre problématiques principales ont motivé ces études :

3. Le raisonnement et la démarche expérimentale : DARLEY, BOMCHIL ET GALIANA.
4. La résolution et la construction des problèmes scientifiques : ORANGE
5. Le rapport expérimental au vivant et le rapport à l'expérimental : COQUIDE et JOHSUA
6. Les finalités pédagogiques de l'expérimental : NOTT et WELLINGTON ; DONNELLY, WHITE, etc.

Ainsi, nous avons choisi de commenter le tableau ci-dessus en regroupant les différents travaux selon leur problématique de recherche.

A. La problématique du raisonnement et de la démarche expérimentale :

Le raisonnement et la pratique expérimentale représentent la problématique d'une majorité des recherches didactiques françaises portant sur l'expérimental (COQUIDE, 1998). Bien qu'elles portent sur le même problème (raisonnement expérimental ou démarche expérimentale), ces études portent sur des questions, des méthodologies, des concepts et des produits de recherches différents.

1. Les recherches sur la démarche expérimentale :

Dans le cadre de son DEA, Vialle (1998) a travaillé sur la question de la démarche expérimentale. Elle s'est inspirée des travaux d'Orlandi (1991) sur la liaison entre les conceptions des enseignants sur la science et leur démarche expérimentale. Son but était de voir si la démarche expérimentale en biologie a réellement évolué. Du fait qu'au cours des années séparant les deux recherches, plus précisément depuis 1992, la démarche expérimentale a été redéfinie par les instructions officielles françaises, avec valorisation de la démarche de résolution de problèmes. Alors qu'avant, la démarche expérimentale était plus située dans le cadre d'activités pratiques où le concret et la manipulation étaient prioritaires. Pour cela, elle a repris la recherche menée par ORLANDI.

VIALLE a mené sa recherche au niveau de l'option sciences expérimentales de première S. La séquence expérimentale analysée portait sur la biologie des levures et l'utilisation des micro-organismes dans les industries de fermentation. En comparaison avec les résultats trouvés par ORLANDI, cette étude a montré que les professeurs mettent d'avantage l'accent sur la mise en place d'une problématique avec essai de résolution de problèmes. VIALLE a également pointé, dans le cadre de son travail de thèse les limites de l'usage de l'EXAO dans l'enseignement expérimental en biologie.

DARLEY (1996) s'est intéressé, aussi, à la démarche expérimentale dans l'enseignement de la biologie. Et ceci, suite à un constat d'absence d'esprit critique chez les étudiants, de leurs difficultés à énoncer des hypothèses cohérentes avec des données théoriques et de leurs incapacités à interpréter des résultats expérimentaux. Son but était de proposer une transposition didactique d'une démarche expérimentale d'un chercheur, dans le cadre des travaux pratiques de physiologie animale destinés aux étudiants de deuxième année du premier cycle universitaire. Pour cela, il a analysé, selon une approche épistémologique, la démarche expérimentale des chercheurs. Il a mis en évidence que la démarche scientifique est toujours une démarche de résolution de problème à propos d'un phénomène donné : *“ C'est la quête systématique et minutieuse d'une réponse à un problème donné ”* (DARLEY, 1996, p37).

Suite à cela, il a proposé aux étudiants des protocoles de travaux pratiques où l'expérimental devient une réelle procédure de test d'hypothèses, préalablement formulées et discutées par les étudiants. Pour cette recherche, DARLEY a choisi le concept de potentiel d'action comme concept - support.

Dans l'analyse des données recueillies, cet auteur s'est intéressé d'une part, à l'évaluation de la manière dont les étudiants avaient perçu cette nouvelle approche des travaux pratiques et, d'autre part, à l'évaluation de leurs productions, c'est-à-dire les protocoles expérimentaux produits par les élèves.

Selon DARLEY, les résultats s'avèrent encourageants. Du fait que ce type de travaux pratiques est perçu positivement par la plupart des étudiants ; et que le canevas expérimental présenté par cette recherche apparaît comme une alternative aux approches expositives et monstratives dans l'enseignement de la biologie. Toutefois, DARLEY considère qu'il est hors de question de faire de ce canevas un modèle universel pour l'enseignement scientifique de la biologie car *“ ce serait contraire au principe de la nécessité de développer la variété des approches qui est le fondement de toute science expérimentale ”* (DARLEY, 1996, p54).

Dans la continuité de ses recherches sur la démarche expérimentale, DARLEY (1998), avec la collaboration de BOMCHIL, a interrogé la démarche expérimentale mise en œuvre par des enseignants de biologie dans une séquence de pratique expérimentale portant sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire, en classe de troisième dans un collège français. Pour la présente recherche, ces deux auteurs sont partis d'un point de vue largement répandu et selon lequel l'enseignement de la biologie est fortement inductiviste et positiviste. En effet, plusieurs recherches en didactique de la biologie (GIORDAN, 1978 ; ORLANDI, 1991 ; VIALLE, 1998, etc.) considèrent que, dans l'enseignement de la biologie, les conceptions des enseignants sur la science sont de type inductiviste. L'étude menée par BOMCHIL et DARLEY (1998) a contredit ces considérations, du fait que leur recherche a montré que la procédure de l'enseignement de la biologie suivie par les enseignants interviewés, est fondée sur des savoirs dogmatisés. Une telle approche est argumentée, essentiellement, par la seule logique formelle et déductiviste.

Ces auteurs ont signalé, enfin, l'importance de la mise en place, dans une démarche expérimentale, d'une phase d'induction. Cette dernière consiste en un espace ouvert offrant l'occasion aux élèves d'énoncer leurs hypothèses et mettent en jeu la pensée divergente. Au cours de cette phase, s'effectuera le choix collectif d'une hypothèse et de quelques variables. Une autre phase, mettant en jeu une procédure déductive, vient en second ordre.

GALIANA (1999), comme les précédents, s'est intéressé également à la démarche expérimentale dans l'enseignement de la biologie. Toutefois, son questionnement était différent. Du fait qu'il s'est interrogé au sujet des problèmes didactiques posés par l'enseignement expérimental du concept de la photosynthèse dans les classes scientifiques des lycées. A fin de caractériser ces problèmes, il a analysé, dans une perspective historique, les manuels scolaires français de biologie édités entre 1850 et 1996. Cette analyse a été consacrée à l'étude des expériences liées à l'enseignement de la photosynthèse dans ces manuels.

GALIANA a remarqué que les expériences choisies par les auteurs de manuels scolaires sont des expériences de «preuves». C'est à dire, des pratiques expérimentales qui privilégient l'observation des faits indiscutables. Toutefois, cette analyse historique a mis en évidence une réelle évolution du statut de l'expérience relative à la photosynthèse dans les manuels scolaires français de biologie, analysés. Ainsi, GALIANA (1999) a distingué quatre périodes :

- La première période (1850 – 1950) : Les expériences sont illustratives ayant un statut de preuve.
- La deuxième période (1951 – 1980) : Les expériences peuvent jouer deux rôles : de démonstration ou de monstration. Elle a ainsi un statut de preuve ou de redécouverte.
- Une troisième période (1981 – 1992) : les expériences présentent un essai de problématisation. Mais il y a un retour rapide aux expériences de mise en évidence et de preuve.
- La quatrième période (1992 – 1996) : Il s'agit d'une période qui est venue après la réforme 1992. Cette dernière a mis l'accent plus sur l'expérimental en tant que résolution de problème.

En ce qui concerne la démarche expérimentale, cet auteur a identifié deux grandes périodes :

- La première période (1850 – 1950) où la logique déductive domine : la théorie est en premier lieu, puis, l'expérience vient pour la confirmer.
- La deuxième période (1951 – 1996) où la logique inductiviste domine : l'expérience est en premier lieu, de là, on déduit la théorie.

L'analyse historique des manuels français de la biologie, a mis en évidence, également, la dominance des expériences "prototypiques". Ces dernières sont devenues le passage obligatoire dans l'enseignement du concept de la photosynthèse et le constituant principal du référent empirique des élèves ainsi que des enseignants. Ces expériences témoignent de l'exclusivité de l'utilisation de la logique inductiviste, ce qui pose un réel problème, car, d'après GALIANA, l'inductivisme seul, est incapable de rendre compte du travail scientifique dans toutes ses dimensions. Cet auteur a constaté, aussi, que la démarche causale de Galien, où la suppression de la cause entraîne la suppression de l'effet, paraît l'unique logique expérimentale utilisée.

Face à ces problèmes, et comme solution, GALIANA a proposé de repenser l'expérimentation scientifique en tant que résolution de problèmes scientifiques. Ces derniers sont posés par la mise en place des pratiques expérimentales. Ainsi ces expérimentations deviennent un processus dynamique de construction et de production de nouvelles connaissances.

2. Le raisonnement expérimental :

Quant à SÉRÉ et BENEY (1997), bien qu'ils aient interrogé les activités expérimentales des étudiants de DEUG au cours des travaux pratiques de physique, leur travail s'inscrit plus en psychologie de la cognition qu'en didactique des sciences. En effet, le but de leur étude était de caractériser le fonctionnement intellectuel d'étudiants pendant l'activité de manipulation. Autrement dit, ils ont essayé de comprendre les opérations intellectuelles qui sous-tendent et dirigent les étudiants au cours de la manipulation au laboratoire. Pour cela, ces auteurs ont observé des étudiants au cours de travaux pratiques de physique. Les données recueillies ont été interprétées, en ayant recours à des catégories de la psychologie cognitive relatives aux paradigmes du traitement de l'information. Il s'agit plus précisément de " réseau d'actions " et de " réseau de concepts".

Une telle recherche a montré qu'en travaux pratiques, les étudiants se sont enfermés dans des réseaux d'actions, avec une faible référence aux concepts et aux théories. De ces résultats, découlent, selon SÉRÉ et BENEY, deux questions didactiques principales :

- Sachant que les travaux pratiques répondent à des objectifs conceptuels, l'activité pratique, telle qu'elle est caractérisée, serait-elle un obstacle aux apprentissages conceptuels ?
- Adoptons l'hypothèse que lors des travaux pratiques, les étudiants se construisent des connaissances pratiques, comment agissons-nous pour qu'elles ne soient pas des fixités fonctionnelles ?

B. La problématique de la construction et de la résolution des problèmes scientifiques :

En France, les instructions officielles présentent l'enseignement de la biologie comme un enseignement par résolution de problèmes scientifiques. Toutefois, les problèmes proposés restent souvent extérieurs au questionnement de la classe. De ce fait, la problématique de la construction et de la résolution des problèmes scientifiques a motivé plusieurs recherches en didactique de la biologie. Ces dernières ont utilisé des méthodologies et d'outils d'analyse très variés.

Parmi ces recherches, on peut citer celle d'ORANGE (1998, 1999). Ce dernier considère que les pratiques expérimentales présentent une contribution aux enseignements scientifiques. Or, selon lui, l'acquisition d'un savoir scientifique ne peut se faire que par une problématisation, puisque cette dernière met en critique le déjà là de l'apprenant et provoque une rupture avec les connaissances communes. Ceci a mené ORANGE à interroger les pratiques expérimentales du point de vue de la construction de problèmes.

Cette étude a mis en évidence une réelle difficulté à mettre les élèves dans des situations de problématisation. Par conséquent, le fait de repenser les pratiques expérimentales en termes de construction de problème paraît nécessaire. Il s'agit d'une nouvelle façon de penser l'organisation de l'activité pratique : cette dernière n'est plus une succession de phases isolées, où l'expérimental n'est qu'une étape. Mais, elle présente une construction et une mise en corrélation de deux registres : empirique et théorique.

C. Le rapport à l'expérimental et le rapport expérimental au vivant :

Cette problématique nous paraît large par rapport aux autres déjà citées, du fait qu'elle soulève un grand nombre de questionnements touchant les différents constituants des pratiques expérimentales.

JOHSUA (1989) est l'un des partisans de la problématique du rapport à l'expérimental. Toutefois, son travail était différent de celui du COQUIDE, dans la mesure où cet auteur s'est interrogé sur le rapport à l'expérimental dans l'enseignement de la physique. D'après son étude, JOHSUA a trouvé que ce rapport est ambigu et marqué par un inductivisme épistémologique et pédagogique.

Cet auteur a interrogé les fonctions du rapport à l'expérimental. Selon lui, les pratiques expérimentales répondent à deux fonctions majeures. Elles permettent de proposer un problème à étudier par le biais de la monstration. Cette dernière est le résultat d'une construction didactique minutieuse et complexe. Le rapport à l'expérimental contribue aussi à l'introduction du modèle par la validation opératoire où des expériences dites prototypiques servent à vérifier et à mettre en évidence des lois. Or, selon cet auteur, le rapport à l'expérimental se trouve incapable de remplir ses fonctions. Di fait que la

prédominance de l'inductivisme a conduit à une pratique expérimentale prototypique où les relations entre l'expérience et la modélisation sont gommées.

Face à ce problème, JOHSUA considère que des situations didactiques, centrées sur une démarche hypothético-déductive et sur les processus de modélisation et qui tiennent compte de l'étude théorique et empirique, peuvent dépasser cet inductivisme.

COQUIDE (2000) a interrogé le rapport expérimental au vivant. Elle a trouvé que ce rapport est dépendant d'un contexte culturel et historique. Par conséquent, les différences culturelles et historiques peuvent expliquer les différents rapports expérimentaux au vivant. En outre, la construction d'un rapport expérimental est directement liée et influencée par les conceptions de la vie et du vivant. Ces dernières peuvent, par conséquent, éclairer le rapport à l'expérimental. Cet auteur a signalé aussi que, dans l'enseignement de la biologie, le rapport expérimental relatif au vivant nécessite des pratiques, des protocoles et des méthodologies très diversifiés et souvent spécifiques. En effet, il peut s'agir de recherche de covariations dans le cas des interactions écologiques. Il peut s'agir, également, d'une analyse chimique dans le cas de la digestion artificielle. Toutefois, dans ce cadre, le rapport à l'expérimental n'est jamais donné mais il est construit dans une perspective curriculaire.

Par ailleurs, à travers l'étude et l'analyse de trois exemples contrastés de pratiques expérimentales (des lampes torches, combustion de la bougie et la modélisation de situation de choc), COQUIDE a constaté que le statut de l'expérimental est différent dans chacun de ces trois cas. En effet, dans chaque exemple, l'activité expérimentale s'opère selon une logique et par rapport à une priorité d'entrée pédagogique précise. Cette dernière, permet à COQUIDE (1998) d'identifier trois modes didactiques de pratique expérimentale :

- Mode de familiarisation pratique : dans un tel registre les activités expérimentales répondent à des occasions pour les élèves de pratiquer des essais, de manipuler du matériel et de prendre en main des instruments. Ce sont des expériences pour voir, essayer et explorer.
- Mode d'investigation empirique : dans ce deuxième registre, l'expérimental a plutôt un statut d'investigation et de résolution de problème dans une logique ouverte et divergente. Ce sont là des expériences pour tester, argumenter et construire un référent empirique.

- Mode d'élaboration théorique : dans ce registre, les pratiques expérimentales sont au service de l'établissement de notions et de la construction de concepts et l'élaboration de modèles scientifiques. Il s'agit ici d'expériences pour démontrer, conceptualiser et modéliser.

COQUIDE (1999) considère que la définition de ces trois modes didactiques a permis d'éclaircir les questions concernant la constitution et l'extension progressive d'un référent empirique. Ceci l'a menée à s'interroger sur la contribution réelle des travaux pratiques dans la construction du référent empirique. Pour cela, elle a réalisé une enquête, avec la collaboration de FLAGEUL, auprès des étudiants français. Cette étude a montré qu'en ce qui concerne les "souvenirs " des étudiants sur les pratiques expérimentales scolaires, relatives au vivant et déjà vécues, il y a seulement des " expériences prototypiques " constituant leurs référents empiriques. La pauvreté de ces références empiriques soulève, ainsi selon COQUIDE, la question de la contribution des travaux pratiques à la compréhension du vivant dans sa diversité, sa complexité et sa variabilité.

Face à ceci, et comme solution, Cet auteur propose que si on envisage l'apprentissage d'un concept ou d'un modèle biologique, il faut s'interroger sur la référence expérimentale réelle et évoquée, sur les savoirs empiriques et leurs pratiques associées. Autrement dit, il faut interroger le référent empirique (Martinand, 1996) qui va fonder cet apprentissage, car, pour l'élève, lors de la construction des savoirs, le problème d'interaction et d'articulation entre les deux pôles empirique et théorique se pose.

COQUIDE (1999) a analysé, aussi, comment la résistance du réel est gérée dans les pratiques expérimentales en biologie. Son étude a montré que cette résistance fait peur aux enseignants. Par conséquent, ils préfèrent, généralement, gommer cette réalité et attribuer les résultats, qui ne sont pas conformes à l'attente, à une maladresse. Alors que, l'histoire des sciences montre que ces résultats inattendus ont été souvent critiqués puisqu'ils témoignaient du réel qui ne se laisse pas facilement conceptualiser et modéliser.

La question du rapport à l'instrumental a été, également, soulevée par COQUIDE dans ses recherches. Cet auteur considère que ce rapport est l'un des moments des pratiques expérimentales. Ce rapport a changé, en particulier, par l'introduction de

l'ordinateur dans les pratiques expérimentales en Biologie. Mais, avec la présence, encore, d'autres instruments plus " classiques " tels que le microscope, le thermomètre, la loupe etc.

Son interrogation sur les finalités des pratiques expérimentales en Biologie, a conduit COQUIDE a analysé les formes et les fonctions du rapport à l'expérimental au vivant, tout au long du cursus scolaire. Elle a constaté que ce rapport répond à des fonctions de scientificité, du fait que les pratiques expérimentales contribuent à la constitution du référent empirique nécessaire à la construction des concepts et des modèles scientifiques. Ils permettent également de poser et de résoudre des problèmes scientifiques. Ils présentent aussi une occasion pour explorer le champ d'application des connaissances et pour se rendre compte des limites de validité des savoirs construits. En d'autres termes, elles aident à acquérir une rationalité expérimentale. Le rapport à l'expérimental répond aussi, à des fonctions d'authenticité. le rapport à l'expérimental peut correspondre, en effet, à la transposition de pratiques expérimentales scientifiques de chercheurs. Ainsi ; il contribue à modifier l'image que les élèves ont des sciences et des recherches scientifiques. Les pratiques sociales et quotidiennes, comme les pratiques familiales ou industrielles, peuvent, également, constituer une référence pour le rapport expérimental. De telles pratiques permettent une véritable interrogation et investigation scientifique. Les pratiques expérimentales correspondent aussi à des finalités éducatives. En effet, les expériences concourent au développement de la logique formelle et l'abstraction à partir d'une situation concrète. Elles favorisent l'apprentissage de certains comportements, de savoir-faire et des techniques qui ont une valeur de formation personnelle. Elles développent la créativité, l'esprit critique, la divergence, la curiosité, le questionnement. Ainsi, elles participent à la construction d'un savoir-faire, d'un savoir être et au fondement d'une éthique. Un rapport à l'expérimental est en relation, enfin, avec des fonctions pédagogiques, du fait qu'il présente une occasion où les élèves s'impliquent dans la tâche, encourage le travail du groupe et favorise le débat scientifique entre pairs.

COQUIDE (2000) a également analysé les formes des expériences. Elle a remarqué que les activités expérimentales peuvent prendre des formes très diversifiées : il peut s'agir d'activités d'investigation qui offrent aux élèves de véritables moments d'exploration et d'expérimentation scientifique, ou bien des évocations d'expériences historiques.

D. Les finalités pédagogiques de «l'expérimental» :

Cette problématique a motivé généralement, des recherches anglophones. Ces dernières avaient des méthodologies et des résultats diversifiés.

NOTT et WELLINGTON (1996) ont été des partisans de cette problématique. Ils ont fixé dix objectifs des travaux pratiques, que COQUIDE (2000) a regroupés en quatre catégories. La première regroupe les objectifs relatifs à la motivation des élèves : “ To arouse and maintain interest in the subject ”. Alors que la deuxième présente les objectifs liés au savoir-faire tels que l'apprentissage des techniques et la maîtrise d'instruments : “ To develop manipulative skills ”. Quant à la troisième catégorie elle regroupe les finalités liées à l'apprentissage des connaissances scientifiques : “ To promote simple, common sense, scientific method of thought ”. La quatrième, enfin, présente les objectifs liés à la compréhension de la nature de la science : “ To make biological, chemical and physical phenomena more real through actual experience ”.

Devant une telle diversité d'objectifs, NOTT et WELLINGTON signalent que les professeurs, qui essaient de poursuivre et de répondre à tous ces objectifs à la fois, trouvent plusieurs difficultés concernant les pratiques expérimentales.

NOTT (1997) a mené, également une autre étude en grande Bretagne. Cette fois, il s'est interrogé sur la place accordée aux laboratoires scolaires dans l'enseignement des sciences. Cette étude a montré que l'idée de laboratoire est liée à celle d'expérience. Ce qui a probablement, d'après NOTT, influencé les conceptions que des élèves pourraient avoir de la science : “ It may be argued that the introduction of the school laboratory imprinted on pupil's minds the strong association of science and scientist with the laboratory ”. D'après cet auteur, ces laboratoires ont deux fonctions principales : la création et la recréation du savoir scientifique, et l'invention de méthodes scientifiques: “ Laboratories have two main functions: the creation and recreation of scientific knowledge and scientific methods ”. Or, “the story in England indicate that the school laboratory was mainly seen as a space for the re-creation of scientific knowledge, not a space for the creation of scientific Knowledge”.

En 1989, Le module scientifique “ Scientific Investigation ” a été introduit dans le curriculum national en Angleterre. Ce module d'activité pratique fait intervenir une seule

démarche analytique de résolution de problème avec séparation stricte de facteurs. Une telle démarche a été critiquée par NOTT car elle exclut plusieurs sciences qui ne contrôlent pas les variables, entre autres l'écologie et l'astronomie. Par ailleurs, cette démarche développe chez les élèves une image de méthodologie stéréotypée, celle d'une investigation analytique. Or toutes les investigations du vivant ne sont pas analytiques. Il y en a aussi des approches historiques, de modélisation. De ce fait, NOTT considère que la démarche scientifique énoncée par le module " Scientific Investigation " ne convient pas aux investigations des sciences de la vie.

DONNELLEY (1998) a interrogé, aussi, la place du laboratoire dans l'enseignement des sciences en Angleterre. Pour cela, il a réalisé des interviews semi-directives avec des enseignants appartenant à différentes écoles en Angleterre. Puis il les a retranscrites et il les a retournées aux enseignants pour commenter. Dans son analyse, cet auteur s'est centré sur les méthodes pédagogiques mises en œuvre, sur les justifications épistémologiques et sur des aspects matériels et institutionnels.

DONNELLEY a constaté que les commentaires ont varié d'une école à une autre. Toutefois, l'image de la place du laboratoire dans l'enseignement des sciences a été presque uniforme dans les différentes écoles, puisque la majorité des enseignants interviewés accordent une grande importance au laboratoire scolaire, le considèrent comme lieu d'enseignement et d'acquisition de savoir scientifique.

De même que DONNELLEY, WHITE (1996) s'est intéressé aussi à la place accordée au laboratoire dans l'enseignement des sciences en Angleterre, ainsi que, qu'aux rôles et aux fonctions des travaux pratiques. Pour cela, il a fait une analyse et une synthèse des différentes études anglo-saxonnes concernant les activités en laboratoire.

D'après cette étude, WHITE a remarqué que le laboratoire est imbriqué dans la pratique de l'enseignement des sciences bien que ses finalités ne sont pas clarifiées. En effet, selon cet auteur, le laboratoire ne permet pas réellement aux apprenants de comprendre la nature des sciences et leurs méthodes.

Face à cela, WHITE a présenté un ensemble de suggestions, centrées sur l'importance de l'imagination et des espaces ouverts de réflexion dans les travaux pratiques, pour la mise en place de réelles activités scientifiques. Ce qui offre, d'après cet auteur, deux axes de recherche en sciences de l'éducation :

- Le premier concerne une évaluation réelle des différentes suggestions concernant les rôles des travaux pratiques.
- Le deuxième est plutôt de type sociologique et il se focalise sur les raisons de la rareté d'activités d'investigations imaginatives et la dominance de la routine dans les travaux pratiques.

E. CONCLUSION :

Cette revue de question loin d'être exhaustive, a montré que l'expérimental a été l'objet d'interrogation de plusieurs recherches. Ces dernières ont été réalisées selon différents registres : historique, épistémologique, pédagogique et psychologique.

Ces études débattent de l'importance des pratiques expérimentales dans l'enseignement, l'acquisition et la construction du savoir scientifique. Du fait, qu'à travers les interprétations qu'il suscite, l'expérimental pourrait éviter la dogmatisation du savoir en déterminant son origine et son domaine de validité. Ces recherches ont identifié, également plusieurs problèmes liés à l'expérimental dans l'enseignement des sciences, dont le plus important est la difficulté, aussi bien chez les élèves que chez les professeurs, à articuler un registre empirique et un registre théorique au cours des pratiques expérimentales en classe. Comme solution, les auteurs proposent de caractériser la pratique expérimentale selon les objectifs suivis (COQUIDE, 1998, 1999, 2000 ; ORANGE, 1999 ; NOTT, 1997 ; WHITE, 1996 etc.) et de repenser l'expérimental en tant que construction et résolution des problèmes (ORANGE, 2000 ; DARLEY, 1996).

Toutefois, ces travaux présentent des points de divergence. En effet, ces auteurs ne caractérisent pas de la même façon l'enseignement expérimental des sciences en France : les uns (ORLANDI, 1991 ; GALIANA, 1999 ; JOHSUA, 1989) signalent que cet enseignement est imprégné d'inductivisme, alors que d'autres (DARLEY et BOMCHIL, 1998) montrent qu'il s'agit, plutôt, d'un enseignement basé sur une logique déductiviste.

Ces points de divergences et de convergences témoignent, à notre avis, de la richesse du cadre théorique des recherches relatives à l'expérimental.

Cette revue de questions a montré également qu'aucune recherche en didactique de la biologie n'a été menée sur l'articulation entre les formes et les fonctions de

l'enseignement expérimental de la digestion. Nous avons choisi d'étudier cette problématique tout au long du cursus scolaire tunisien, avec une approche curriculaire. En d'autres termes, nous allons analyser ces formes et fonctions dans le curriculum prescrit, dans le curriculum potentiel et dans le curriculum réel de tout le cursus scolaire tunisien.

Notre recherche ne vise pas, seulement, la description mais, aussi, la connaissance pour agir :

- Aider l'enseignant dans la construction des situations expérimentales opératoires.
- Aider à penser et à faire des choix dans la constitution du référent empirique relatif à l'enseignement de la digestion.

PARTIE 2 :

PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE

Chapitre I :

Problématique

Notre problématique est, rappelons-le, celle des formes et des fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au sein du curriculum tunisien. En effet, les activités expérimentales apparaissent comme un paradigme organisateur de l'enseignement de la biologie (Host, 1991). Ces activités peuvent prendre des formes très diversifiées (Coquidé, 2000) : des activités d'investigation qui offrent aux élèves de véritables moments d'expérimentation scientifique avec un réel non trop aménagé, des expériences réalisées par l'enseignant, évocation d'expériences historiques, pratiques réalisées par les élèves, etc.

Coquidé (2000) a signalé que, tout au long du cursus scolaire, le rapport expérimental au vivant répond à plusieurs fonctions. Construire un rapport expérimental au vivant répond ainsi à des *fonctions de scientificité*. Il permet, en effet, de poser et de résoudre des problèmes. Il permet aussi de constituer un référent empirique (Martinand, 1996) dans l'élaboration des concepts et des modèles scientifiques, et il contribue à la construction d'une rationalité expérimentale.

Un rapport expérimental au vivant répond aussi à des *fonctions d'authenticité*. Les pratiques expérimentales scolaires peuvent, en effet, se référer à des pratiques sociales et quotidiennes, comme les pratiques familiales. Elles peuvent aussi correspondre à la transposition de pratiques de scientifiques et de chercheurs.

Un rapport expérimental au vivant, à l'école, correspond aussi à des *finalités éducatives* plus larges. De telles finalités permettent, ainsi, d'élargir l'intérêt de l'élève à un monde vivant diversifié, favorisent la construction de certaines connaissances et l'acquisition de techniques, de savoir-faire et de savoir- être (Giordan, 1999). Elles concourent au développement de l'abstraction. Elles développent un rapport pratique au monde. Elles contribuent aussi au développement personnel et peuvent participer au fondement d'une éthique. Un rapport expérimental est en relation, enfin, avec des *fonctions pédagogiques*. Les pratiques expérimentales permettent, en effet, d'encourager le travail de groupe et de construire des activités scolaires autour du débat scientifiques.

Notre travail présente une réflexion didactique sur les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Il puise ses origines

dans l'étude de plusieurs recherches didactiques (Coquidé, Darley, Galiana, Orange) qui ont analysé l'ambiguïté de ces formes, les difficultés rencontrées par les enseignants dans leurs interventions pédagogiques, et le recours, essentiellement, à des expériences «prototypiques» et «de mise en évidence» (Johsua, 1989).

A l'origine, en reprenant notre cadre de référence didactique, trois principales raisons ont motivé le choix de notre sujet :

- Au sein du curriculum tunisien, l'enseignement expérimental de la digestion est présent tout au long de la scolarité des élèves. En effet cet enseignement existe dans les programmes du collège (9^{ème} année de base) et dans ceux du lycée (3^{ème} année secondaire). Il est également présent dans l'enseignement supérieur (4^{ème} année Sciences de la Vie et de la Terre).
- Par ailleurs, en Tunisie, cet enseignement fait l'objet de plusieurs formes d'expériences et d'activités expérimentales (des expériences historiques évoquées, des manipulations réalisées en classe, des observations, etc.).
- En outre, l'analyse des recherches didactiques effectuées sur les pratiques expérimentales scolaires a montré que la réflexion de la majorité des chercheurs a été, le plus souvent orientée vers l'analyse de la démarche expérimentale que vers une analyse curriculaire des formes et des fonctions de ces pratiques expérimentales.

Tout ceci a contribué à faire porter notre intérêt sur les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et sur leur rôle dans l'enseignement-apprentissage de la digestion, dans le contexte tunisien. Notre réflexion sera, surtout, axée sur une prise en compte des spécificités du vivant dans les pratiques expérimentales en biologie. Un tel sujet de recherche nous semble d'actualité, bien que l'importance des expériences pour l'enseignement de la biologie soit soulignée depuis des décennies.

Cependant, en situation didactique, et dans l'enseignement de la biologie en particulier, les pratiques expérimentales posent de nombreux problèmes. Ces derniers sont liés essentiellement aux spécificités du matériel biologique. L'enseignement expérimental de la digestion soulève ainsi de nombreuses questions que voici :

- Quelles formes les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion sont-elles censées prendre et quelles formes prennent-elles réellement ?

- Quelles fonctions cet enseignement est-il censé remplir et quelles fonctions remplit-il réellement ?
- Quelles fonctions accordent les enseignants et leurs élèves à cet enseignement ?
- Dans quelle mesure ces pratiques expérimentales offrent-elles une approche du vivant dans sa diversité et sa complexité ?
- Quelles conceptions sur le vivant, cet enseignement tel qu'il est préconisé et pratiqué réellement en classe, permet-il de nourrir chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants ?

Pour apporter, des éléments de réponses à ces interrogations, nous allons essayer, dans une perspective analytique et propositionnelle :

- D'analyser, en premier lieu, les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion. Il s'agit de caractériser les formes que prennent les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et les fonctions qu'elles remplissent au sein du curriculum tunisien.
- D'étudier, en deuxième lieu, les conceptions sur le vivant des apprenants tunisiens ainsi que de leurs enseignants dans l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, l'approche expérimentale au vivant permet de faire émerger et de clarifier ces conceptions (Coquidé, 2000). Pour cela, nous allons commencer par analyser l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Il s'agit d'étudier comment elle est traitée, abordée, préconisée et conçue au niveau de cet enseignement expérimental. Nous allons, par la suite, essayer de dégager les conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion permet de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants.

Notre travail s'articule donc autour de deux grands axes :

- Formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion
- Et
- Conceptions sur le vivant que ces pratiques expérimentales permettent de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants

Afin d'apporter des éléments de réponses aux questions que nous avons posées, nous nous sommes appuyé sur deux hypothèses :

1. **Première hypothèse** : elle est liée principalement aux formes et aux fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Elle comporte deux sous hypothèses :

Sous hypothèse 1 :

Au sein du curriculum tunisien, un déficit de prise en charge de l'évaluation des compétences susceptibles d'être développées par l'enseignement expérimental de la digestion, pourrait être à l'origine de certaines incohérences et incompatibilités entre les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, ou entre curriculum prescrit et curriculum réel.

Sous hypothèse 2 :

Au sein du curriculum tunisien, un déficit de précision des modalités didactiques et pédagogiques de la mise en oeuvre de l'enseignement expérimental de la digestion pourrait être à l'origine de certaines incohérences et incompatibilités entre les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ou entre curriculum prescrit et curriculum réel.

2. **Deuxième hypothèse** : elle est liée aux conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion permet de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants :

Au sein du curriculum tunisien, un déficit de prise en compte des spécificités du vivant dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et une centration sur l'aspect analytique, empirique et chimique de ces pratiques, pourraient être à l'origine d'une dévalorisation de l'articulation entre l'In vivo et l'in vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion. Cette dévalorisation pourrait à son tour contribuer à renforcer une conception analytique voir biochimique du vivant, chez les apprenants ainsi que chez leurs enseignants.

Par ailleurs, pour notre étude, et compte tenu des hypothèses de recherche, nous avons adopté l'analyse curriculaire (Lebeaume, 1999) comme méthodologie de recherche. Centrée plus précisément sur les problèmes liés à la cohérence, l'organisation et le développement des contenus d'enseignement, l'approche curriculaire présente un cadre pour analyser les formes et les fonctions des expériences, et leur cohérence, dans les curriculums prescrit, potentiel et réel tunisiens. Le curriculum prescrit résulte des choix des concepteurs de programme scolaire, le curriculum potentiel désigne les différentes possibilités de réalisations curriculaires, tandis que le curriculum réel représente l'ensemble des contenus, méthodes, moyens et interventions des différents acteurs dans les pratiques scolaires effectives. Cependant, la question qui demeure posée est la suivante :

Pourquoi avoir choisi l'approche curriculaire comme méthodologie de recherche ? A cette interrogation nous allons essayer d'apporter des éléments de réponse dans la partie consacrée à la méthodologie.

Pour notre travail, l'analyse curriculaire sera complétée par une étude comparative. Une telle approche permet ensuite de signaler d'éventuelles évolutions, incompatibilités, limites ou incohérences, entre formes et fonctions des expériences d'une part, entre curriculum prescrit, potentiel et réel, d'autre part.

Nous tenons également à rappeler que le but de notre recherche sera d'établir un constat de l'état actuel de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien, ce qui permettrait de pointer le ou les dysfonctionnement (s) éventuel (s). Ce diagnostic permettra :

- ✓ Réorienter, repenser, reconceptualiser certaines pratiques expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion actuellement utilisées dans le curriculum tunisien.
- ✓ Adapter ou renouveler ces pratiques dans les activités elles-mêmes ou dans les curriculums.
- ✓ Aider à prendre des décisions au niveau de l'enseignement de la digestion ou au niveau des curriculums

A la fin, une précision terminologique nous paraît nécessaire. Au cours de cette recherche, nous considérons "expérience" toute procédure organisée d'acquisition d'information qui comporte, dans la perspective d'un objectif exprimé, une confrontation avec la réalité" (Legay, 1997, p59). Autrement dit, les pratiques expérimentales liées à

la digestion renvoient à toutes activités réalisées dans le but de collecter des données sur la digestion. Pourquoi avons nous choisi cette définition ? Cette vision élargie de l'expérience, que nous avons empruntée à certains auteurs (Coquidé, 2000, Legay, 1997, Galiana, 1999) nous paraît pertinente. En effet, vue sous cette perspective, l'enseignement expérimental de la digestion peut inclure différentes formes (application de techniques, observation, manipulation, etc.). C'est sur cette base, que nous considérons les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion.

Chapitre II :

Méthodologie

Le présent travail, même s'il emprunte à d'autres champs de recherche (épistémologie, histoire des sciences, etc.) se situe dans celui de la didactique de la biologie. Il s'intéresse aux contenus et aux méthodes d'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum tunisien. Il se doit donc de prendre en compte des situations réelles de cet enseignement par le biais de différentes sources d'informations. Pour notre étude, et compte tenu des hypothèses de recherche, l'approche curriculaire semble être la plus adaptée comme méthodologie de recherche. Ce point de vue curriculaire propose des orientations nouvelles pour la recherche en didactique des disciplines scientifiques (Lebeaume, 1999).

Cette recherche s'inscrit donc, dans cette nouvelle orientation et contribue, par conséquent à la structuration de la didactique curriculaire.

Plusieurs questions se posent alors : Quelle est la signification de la notion de «curriculum»? Pourquoi avoir choisi l'approche curriculaire comme méthodologie de recherche ? A ces différentes questions nous allons essayer d'apporter des éléments de réponse.

A. Vers l'exploration du champ sémantique de la notion de « curriculum » :

Tout d'abord, il est intéressant de signaler que la notion de «curriculum» présente des origines anglophones. En effet, le terme «curriculum» a longtemps occupé une place marginale dans le langage de l'éducation francophone qui préfère les termes de «programmes d'études» ou «plan d'études». Alors que dans les pays anglophones, les «curriculum studies» constituent une branche des sciences de l'éducation (Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation, 2000).

Le terme de «curriculum» a été repris par de nombreux auteurs. Ces derniers l'ont défini de différentes manières ce qui a donné à cette notion des ouvertures diverses. L'analyse des ces différents travaux nous a permis de remarquer que la définition donnée par De Landsheere (1992) semble être la plus proche de notre travail. En effet, cet auteur définit le curriculum comme "*un ensemble d'actions planifiées pour susciter*

l'instruction : il comprend la définition des objectifs de l'enseignement, les contenus, les méthodes (y compris d'évaluation), les matériels (y compris manuels scolaires) et les dispositions relatives à la formation adéquate des enseignants" (De Lanscheere, 1992, p65). Le curriculum est présenté ici, avec deux volets : le volet conceptuel et le volet empirique. Le premier consiste à concevoir les contenus d'enseignement et les méthodes de leurs mises en œuvre, alors que le deuxième correspond à la réalisation concrète et réelle du volet conceptuel. Cette définition semble ainsi intégrer le maximum de composants de la séquence d'enseignement et être par conséquent la plus proche de notre perspective de recherche. En effet, l'analyse curriculaire que nous allons effectuer va s'intéresser à l'ensemble intégré d'activités et de pratiques relatives à l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien.

Par ailleurs, plusieurs auteurs (Perrenoud, 1993 ; De Lanscheere, 1992, etc.) ont distingué différents niveaux du curriculum :

- ➔ Le curriculum formel (prescrit) présente un dispositif institutionnel chargé de créer les programmes et de présenter diverses instructions permettant leur mise en place réellement dans les classes. Ce curriculum est élaboré par diverses commissions et groupes de travail. Sa production subit l'influence d'évènements et de décisions externes au système éducatif (sociaux, culturels, économiques, etc.) (Becchi, 1994), mais aussi des données internes à celui-ci (les modalités didactiques et pédagogiques à mettre en œuvre, les contraintes matériels, les contraintes de temps, structure des établissements, niveau scolaire, etc.) (Isambert-Jamati, 1990). Le curriculum formel/prescrit concerne ainsi les contenus à enseigner mais aussi les moyens, les méthodes et les outils permettant la construction des activités de classe. La construction du curriculum répond souvent à des enjeux politiques (De Lanscheere, 1992) et des enjeux didactiques par exemple, en Biologie les contraintes des expérimentations sur le vivant font que certains contenus se trouvent supprimés.
- ➔ Le curriculum potentiel correspond aux différentes possibilités de la mise en œuvre de l'enseignement expérimental de la digestion préconisé par le curriculum prescrit. Il peut, par exemple, être présent dans les manuels scolaires, les documents méthodologiques, les fiches des inspecteurs, etc. L'analyse de ce curriculum permet de mieux appréhender l'espace dans lequel les choix peuvent être réalisés.

→ Le curriculum réel : ce niveau reflète ce qui se passe réellement en classe. Il s'agit des expériences, des tâches, des séquences réelles que vit l'apprenant et qui permettent de le transformer. Perrenoud (1993) distingue plusieurs écarts entre curriculum potentiel et curriculum réel. Il les ramène à la manière dont les enseignants mènent leurs processus d'enseignement, aux diverses interprétations que les enseignants font du curriculum formel, aux contraintes variées que la réalité de la classe présente.

Par ailleurs, Perrenoud (1993) évoque également l'existence d'un curriculum qu'il qualifie de "caché". Il s'agit des apprentissages qui ne sont pas programmés par l'institution, tels que les effets involontaires des actions et des institutions humaines. A ces effets, correspond un ensemble de valeurs, de normes transmises implicitement en même temps que les savoirs eux-mêmes : règles de conduite, habitudes intellectuelles. La distinction, faite par Perrenoud, entre le curriculum formel et le curriculum réel nous paraît intéressante pour notre recherche du fait que notre travail vise à analyser les éventuels écarts entre ce qui est préconisé par les programmes officiels (ce que Perrenoud qualifie de curriculum formel) et les pratiques réelles en classes (ce que Perrenoud désigne par curriculum réel) relatives à l'enseignement expérimental de la digestion. Cependant, le niveau implicite, caché et complexe du curriculum, désigné, par Perrenoud, de « curriculum caché » ne sera pas abordé dans notre recherche. Plusieurs travaux en didactique des sciences ont repris la notion du curriculum comme cadre de référence. Cependant, dans le cadre de notre travail, les analyses curriculaires entreprises par Lebeaume (1999) paraissent les plus proches de notre perspective de recherche. Et ceci pour des raisons diverses que nous allons essayer d'explicitier dans ce qui suit.

B. Pourquoi avoir choisi l'approche curriculaire ?

Pour étudier les formes et les fonctions des expériences relatives à l'enseignement de la digestion en Tunisie, nous avons adopté l'analyse curriculaire (Lebeaume, 1999) comme méthodologie de recherche. Pourquoi avoir choisi une telle approche ? L'analyse curriculaire, en proposant un cadre de questionnement de l'organisation et de la cohérence des contenus d'enseignement, aux différents niveaux d'un curriculum, permet de rendre lisible les macrodécisions, prises au niveau des décideurs lesquels

fixent les contenus d'enseignement, et proposent également d'éclairer les microdécisions qui accompagnent la mise en œuvre de ces contenus. Elle permet ainsi de questionner les cohérences entre le curriculum prescrit (les macrodécisions) et le curriculum réel (les microdécisions), de soulever plusieurs problèmes de cohérences et de compatibilités mais aussi d'incohérences et d'incompatibilités entre les différents niveaux du curriculum. L'analyse curriculaire cherche à articuler les visées éducatives, les tâches scolaires réalisées et les références évoquées⁶ (Lebeaume, 1999). Ainsi, avec cette approche, nous nous éloignons de la "transposition des savoirs" et nous nous focalisons sur la constitution progressive d'une séquence d'enseignement expérimentale de la digestion, sur les pratiques expérimentales proposées et sur leurs visées. Une telle analyse permet, par conséquent, de poser diverses questions hors des champs habituels. Pourquoi : c'est-à-dire les finalités et les visées de cet enseignement. Quoi : c'est-à-dire les contenus et Comment : c'est-à-dire les méthodes adoptées?

Par ailleurs, Selon Lebeaume (1999), l'intérêt de l'analyse curriculaire réside dans l'approche comparative qu'elle permet ensuite. Cette dernière permet de signaler d'éventuelles évolutions, incompatibilités, limites ou incohérences, entre les formes et les fonctions des activités expérimentales scolaires d'une part, entre curriculum prescrit, potentiel et réel, d'autre part.

En plus, nous rejoignons Astolfi et Develay (1989) et nous pensons que l'approche curriculaire travaille, d'une part, en amont de la réflexion didactique, en prenant en compte les contenus d'enseignement expérimental de la digestion comme objets d'étude. Et, d'autre part, en aval, en approfondissant l'analyse des situations réelles de classe, des modalités didactiques et pédagogiques de leur mise en œuvre pour mieux comprendre de l'intérieur comment cela fonctionne et ce qui s'y pose.

Cette nouvelle posture centrée sur les problèmes liés à la cohérence, l'organisation et le développement des contenus d'enseignement, semble ainsi présenter un cadre pour analyser :

- Les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental telles qu'elles sont définies dans les programmes officiels tunisiens (curriculum prescrit).
- Les formes et les fonctions de cet enseignement telles qu'elles sont présentées par les manuels scolaires et les documents méthodologiques. C'est-à-dire les différentes possibilités proposées pour la mise en œuvre des pratiques expérimentales (curriculum potentiel) liées à l'enseignement de la digestion

⁶ Voir le Schéma de cette articulation à la page 77.

préconisées par les programmes officiels. Nous tenons à signaler que nous sommes consciente du fait que nous avons réduit l'analyse du curriculum potentiel à l'analyse des manuels scolaires et des documents méthodologiques. Et ceci pour des raisons liées à la collecte des données. En effet, il nous a été difficile de procurer d'autres documents, telles que les fiches des inspecteurs, les fiches des enseignants, etc.

- Les formes et les fonctions réelles de l'enseignement expérimental de la digestion. C'est-à-dire les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion prennent réellement en classe et les fonctions qu'elles remplissent (curriculum réel). Et ceci afin de détecter les éventuelles incohérences, écarts, cohérences, évolutions, réorganisation entre les différents niveaux du curriculum.

En adoptant l'approche curriculaire, nous allons également analyser :

- Comment l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est-elle soulevée et traitée dans l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien ?

Et

- Quelles conceptions sur le vivant, les pratiques expérimentales sur la digestion, tel qu'elles sont enseignées dans le curriculum tunisien, permettent de construire chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants ?

Nous rappelons que ces analyses ont été effectuées du point de vue des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, et ceci tout au long du cursus scolaire tunisien. De ce fait, elles ont couvert l'enseignement de base, l'enseignement secondaire ainsi que l'enseignement supérieur. Nous avons retenus les niveaux scolaires là où la digestion est enseignée. Nous nous sommes limité ainsi à la 9^{ème} année de l'enseignement de base, la 3^{ème} année de l'enseignement secondaire, section sciences expérimentales et la 4^{ème} année Sciences de la Vie et de la Terre de l'enseignement supérieur.

Nos sources de données s'avèrent donc diverses et variées :

- Les programmes officiels tunisiens de l'enseignement des sciences naturelles.
- Les manuels scolaires tunisiens des sciences naturelles.
- Le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale, destiné aux étudiants de la maîtrise des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT4), à la faculté des sciences de Sfax.
- Séquences réelles d'enseignement expérimental de la digestion.

- Questionnaire auprès des lycéens tunisiens.
- Entretiens semi-directifs avec des enseignants, des futurs enseignants et des collégiens.

Ce qui nous fournit une diversité de données recueillies, constituant ainsi cinq corpus :

- Le premier corpus comprend les programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles relatifs à la 9^{ème} année de base et les programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles relatifs à la 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales. Il nous paraît important à signaler que l'enseignement supérieur, en Tunisie, ne présente pas de programmes officiels (Chabchoub, 2002).
- Le second corpus est constitué des manuels scolaires de sciences naturelles à l'usage des élèves de 3^{ème} année secondaire et de 9^{ème} année de base ; et de fascicule de Travaux Pratiques de Physiologie Animale à l'usage des étudiants de maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre.
- Le troisième corpus est formé par les observations de séquences réelles de l'enseignement expérimental de la digestion en 9^{ème} année de base, 3^{ème} année secondaire ainsi qu'en maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre.
- Les entretiens effectués auprès des assistants, des enseignants de sciences naturelles, des étudiants de SVT4 et des élèves de 9^{ème} année de collège ont été enregistrés avec leur accord. Ces entretiens ont fait l'objet de transcriptions intégrales. C'est l'exploitation de ces transcriptions qui ont fourni la matière principale du quatrième corpus.
- Le cinquième corpus est constitué de questionnaire administré auprès des élèves de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales.

C. Outils de collecte de données :

Différents outils ont été croisés pour la collecte des données. Ces outils diffèrent d'un curriculum à un autre. En effet, s'agissant de documents écrits, nous avons adopté l'analyse du contenu pour le curriculum prescrit et le curriculum potentiel. Alors que l'exploration du curriculum réel s'est faite sur trois temps : nous avons commencé par observer et enregistrer (enregistrement audio-vidéo) des séquences réelles d'enseignement expérimental de la digestion. Nous avons, ensuite, interviewé et

questionné les enseignants ainsi que les élèves, préalablement observés et filmés, et ce dans les différents niveaux scolaires étudiés.

Les différents recueils de données ont été réalisés dans les salles de travaux pratiques ou à l'intérieur de salles de classes ordinaires, c'est-à-dire dans le même contexte où l'enseignement expérimental de la digestion s'est déroulé. Et ceci, afin que les discours des différents sujets interrogés, sur ces pratiques expérimentales, soient contextualisés.

I. Analyse du curriculum prescrit et du curriculum potentiel :

Nous rappelons que par curriculum prescrit, nous désignons les programmes officiels. Il s'agit des instructions officielles qui permettent de fixer les contenus et les concepts à enseigner et de présenter les diverses instructions permettant leur mise en place réellement dans les classes. Alors que par curriculum potentiel, nous désignons les possibilités de la mise en œuvre de l'enseignement expérimental de la digestion, restreintes ici à l'analyse des manuels scolaires et des documents méthodologiques. Le manuel scolaire est une forme d'interprétation des contenus des programmes officiels. Par conséquent, il doit être, normalement, en conformité avec ces instructions. Il est utilisé dans le système éducatif comme un relais entre les contenus des programmes officiels et les élèves. Il propose une forme de «savoir enseigné» élaborée généralement par des inspecteurs et des enseignants de Sciences Naturelles. Quant au guide méthodologique, il s'agit d'un document destiné aux enseignants. Il précise les différents paragraphes à traiter dans chaque leçon, les activités à proposer aux élèves ainsi que le temps réservé à chaque leçon. Il nous paraît important à signaler que tous ces documents écrits, que ce soit programmes officiels, manuels scolaires ou guides méthodologiques, sont édités, en Tunisie, par la même administration à savoir, le Ministère de l'Éducation Nationale.

Dans le cadre de notre recherche, pour l'analyse du curriculum prescrit et du curriculum potentiel, nous avons choisi de travailler sur les documents récents et qui sont actuellement opératoires au sein du curriculum tunisien. Ces documents sont présentés, ci-dessous, sous forme de tableau à trois colonnes : la première précise le niveau scolaire, la deuxième présente le niveau du curriculum concerné et la troisième précise la référence du document analysé :

Tableau N°1 : Eléments et documents des curriculums prescrit et potentiel analysés

Niveau scolaire	Curriculum	Référence du document analysé
9 ^{ème} année de base	Prescrit	"Programmes Officiels du 2 ^{ème} cycle de l'Enseignement de Base – Décret n°1205 du 23 juin 1997 - Annexe V – Sciences Naturelles". (Annexe C1)
	Potentiel	Manuel scolaire de Sciences Naturelles de 9 ^{ème} année de base. (Annexe C2). Sciences Naturelles- Document méthodologique pour la 9 ^{ème} année de l'enseignement de base ; CNP ; Tunis. Code : 505 901. (Annexe C3)
3 ^{ème} année secondaire section sciences expérimentales	Prescrit :	« programmes officiels de l'enseignement secondaire – Annexe XII – Sciences Naturelles, Juin 1998 ». (Annexe L1)
	Potentiel :	Manuel scolaire « sciences naturelles pour la 3 ^{ème} année Centre National Pédagogique) ; Tunis », Code CNP : 225 635(Annexe L2) Document méthodologique « sciences naturelles. 3 ^{ème} année secondaire. Section sciences expérimentales. Document méthodologique ; CNP ; Tunis. Code : 605 631(Annexe L3).
4 ^{ème} année Sciences de la Vie et de la Terre (SVT4)	Potentiel	Fascicule de Travaux Pratiques de Physiologie animale destiné aux étudiants de SVT4. Faculté des Sciences de Sfax. 2000. (Annexe F1).

Pour analyser ces documents écrits, nous avons opté pour une analyse de contenu. Cependant, il paraît intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas d'une analyse documentaire. En effet, l'objectif de notre analyse est loin d'être une « *représentation condensée d'une forme pour stockage et consultation* » (Bardin, 1996, p51) qui présente le but d'une analyse documentaire. Nous cherchons plutôt à « manipuler » le contenu pour mettre à jour les indicateurs permettant de caractériser les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. L'analyse que nous avons adoptée consiste plus exactement à une analyse lexicale et syntaxique. Il s'agit d'étudier les unités vocabulaires : analyser les verbes employés, caractériser les pronoms utilisés, étudier le temps des verbes présents, analyser les noms, les adjectifs, les prépositions, liés à l'enseignement expérimental de la digestion.

Les indicateurs retenus, au cours de cette analyse, reflètent les principaux axes de notre problématique de notre recherche. Exemples d'indicateurs retenus, nous citons :

- Les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées.
- Le lieu (au laboratoire ou dans une salle ordinaire) et le cadre dans lequel se déroulent ces pratiques (s'agit-il d'une séance de travaux pratiques ou d'un cours).
- Le but, l'objectif et le rôle de ces pratiques.
- Les tâches respectives de l'enseignant et de l'élève dans ces pratiques.
- Le support documentaire et/ou instrumental mentionné.
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés dans les pratiques expérimentales liées à la digestion.
- Les spécificités du vivant signalées et les précautions empiriques et conceptuelles qui en découlent, à tenir compte au cours de l'enseignement expérimental de la digestion.

Ces différents indicateurs ont été regroupés sous forme de grille d'analyse (Annexe G1) que nous avons construite afin d'analyser les documents écrits de notre corpus. A travers cette grille, nous cherchons à déterminer :

- Quelles formes l'enseignement expérimental prend-il et quelles fonctions remplit-il dans les curriculums prescrit et potentiel ?

- Comment ces documents présentent-ils l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion ?

Grille de dépouillement des documents écrits

Identification du document

- Type du document analysé (manuel scolaire, programmes officiels, fascicule de travaux pratiques de physiologie animale) :
- Titre :
- Niveau scolaire :
- Langue :

Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre :
- Type de la séance :
- Pratiques expérimentales proposées :
- Objectifs et buts de ces pratiques :
- Question et problème posés dans ces pratiques :
- Verbes d'action employés :
- Sujets de ces verbes :
- Tâches des élèves :
- Tâches des enseignants :
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement :
- Les supports documentaires et les instruments mentionnés
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés :

II. Analyse du curriculum réel :

Nous rappelons que nous désignons par curriculum réel ce qui se passe réellement en classe, au cours d'une séquence réelle d'enseignement expérimental de la digestion. Et ceci, en tenant compte des différents composants, à savoir l'enseignant, les élèves, le technicien du labo, les pratiques expérimentales proposées, etc. A travers cette analyse, nous allons essayer de caractériser les formes réelles que prend l'enseignement expérimental de la digestion et les fonctions qu'il remplit. Une telle analyse permettra ensuite, de pointer les éventuels écarts entre le curriculum réel et le

formel d'une part, et entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion d'autre part. L'analyse du curriculum réel permettra également d'étudier comment l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est-elle présentée et traitée réellement au cours d'une séquence d'enseignement expérimental de la digestion. Une telle analyse permettra aussi de dégager les différentes conceptions sur le vivant que les pratiques expérimentales sur la digestion permettent de développer chez les apprenants ainsi que chez leurs enseignants.

Pour explorer le curriculum réel, plusieurs méthodologies s'avèrent envisageables (analyser les cahiers des élèves, interviewer les apprenants ainsi que leurs enseignants, etc.).

Dans le cadre de notre recherche, la collecte des données concernant le curriculum réel a été menée en trois temps et en croisant différentes méthodologies, et ce pour les trois niveaux scolaires étudiés (9^{ème} année de base, 3^{ème} année secondaire et SVT4). En effet,

- En premier temps, nous avons commencé par observer et enregistrer (enregistrement audio vidéo) des séquences d'enseignement expérimental de la digestion.
- Nous avons, ensuite, interviewé les collégiens et les étudiants et questionné les lycéens observés auparavant.
- A la fin, nous avons interviewés leurs enseignants.

1. Observation de séquences de l'enseignement expérimental de la digestion :

Les différents sujets étudiés ont été au préalable observés au cours de séances de l'enseignement expérimental de la digestion. Le choix de l'observation comme outils de collecte de données s'est fait pour des raisons diverses dont la plus importante est que le discours d'un sujet n'est pas forcément assimilable à sa pratique réelle, car entre "ce qu'on fait" et le discours sur "ce qu'on pense faire" peut exister une marge énorme, que seul un observateur extérieur peut approcher de plus près.

Nous avons observé, en totalité, quatre séances de travaux pratiques en 3^{ème} année secondaire, trois séances en 9^{ème} année de base et quatre binômes et un trinôme en maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre.

Ces observations étaient armées. Elles étaient décrites à partir d'une prise de notes de l'observateur. Elles prenaient appui sur les questions posées au début de cette

recherche. De telles observations nous ont fourni une réserve de données qui complètent les données collectées par le biais des entretiens et des questionnaires.

- **Contextes et Objets d'observation :**

Comme nous nous intéressons à l'enseignement expérimental de la digestion, nous avons observés essentiellement des séquences pendant lesquelles des pratiques expérimentales sur la digestion sont proposées. Il s'agit de séances de travaux pratiques essentiellement.

Ces observations ont été effectuées en faisant recours à une caméra vidéo. En effet, afin d'avoir une mémorisation des observations qui servira comme une banque de données, nous avons opté pour un enregistrement audio-vidéo de ces séances. Une prise de notes en temps réel tenant compte des éléments suivants : difficultés des élèves, degrés de directivité des enseignants, du matériel présent, de traces écrites au tableau et notamment celles de certains élèves, etc., a été également envisagée.

Cependant, l'enregistrement audio-vidéo n'était pas applicable auprès des étudiants. En effet, le principe de TP tournants n'a pas permis d'opérer ainsi. Les dispositifs d'enregistrements vidéo ayant été jugés trop perturbants et contraignants (ajustement permanent au niveau des plans), nous avons opté ainsi pour un enregistrement par magnétoscope et une observation directe avec une prise de notes.

Pour une bonne efficacité de cette approche méthodologique, les objectifs didactiques que nous souhaitons observer dans une séquence doivent être, au préalable, clairement explicités. En effet, plusieurs démarches sont possibles, certaines axées sur le comportement (attitude, raisonnement) de l'apprenant et de l'enseignant et d'autres centrées sur la méthode d'enseignement (degrés de directivité, tâches réalisées).

Pour notre recherche, nous n'avons pas porté notre intérêt sur l'ensemble des événements présents dans les situations de classe. Les observations de séquences ont été menées de façons volontairement orientée et limitée par le champ des analyses que nous souhaitons effectuer et en rapport avec notre problématique de recherche. Ainsi, notre attention s'est particulièrement portée sur les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Il s'agissait essentiellement de repérer pour les examiner ensuite les différentes pratiques expérimentales proposées et réalisées, les formes que ces activités prennent et les fonctions qu'elles remplissent, les différents aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro signalés et pris en compte réellement au cours de l'enseignement expérimental de la digestion.

Par ailleurs, les différentes observations effectuées ont reposé sur un total accord avec les enseignants concernés. En effet, une entrevue avec chacun d'entre eux, séparément et antérieurement aux observations, nous a permis :

- ✓ d'expliquer de façon succincte l'objectif de notre recherche car nous ne voulions pas voir de dérives et des changements par rapport à ce que les enseignants font d'habitudes dans leurs classes,. Nous avons simplement indiqué qu'il s'agit d'une étude qui s'intéresse à l'enseignement expérimental de la digestion en Tunisie.
- ✓ d'avoir leurs accords pour les interviewer et mener une enquête auprès de leurs élèves.

Les observations des séquences d'enseignement expérimental de la digestion, nous ont aidé à recenser la manière dont cet enseignement est, réellement, mené en classe. Ces observations nous ont fourni, en plus, une base de données qui complète les données recueillies via les entretiens et le questionnaire et qui présente, par conséquent, une réserve de données à exploiter.

Cependant, nous sommes conscients que cette méthodologie présente quelques difficultés. En effet, la présence d'un observateur muni d'une caméra perturbe le champ psychologique, aussi bien chez les apprenants que chez leurs enseignants, dans une mesure difficile à déterminer (De Landsheere, 1992). Par ailleurs, le professeur conscient du fait qu'il est observé et filmé, peut aller au-delà de ses pratiques courantes. En plus, la classe est généralement considérée comme un système dynamique dont les parties sont en interaction permanente agissant les unes sur les autres. Dans ce système, plusieurs variables entrent en jeu dont une prise en compte complète, s'avère impossible.

2. Entretiens :

Les entretiens ont été menés après l'enseignement du chapitre de la digestion et ce, pour les différents niveaux scolaires étudiés. Ces interviews sont de type semi-directif. La consigne initiale était toujours la même : « *je fais une recherche sur le rôle joué par les activités expérimentales dans la compréhension du phénomène de la digestion. Pourriez – vous me parler ?* ». Les sujets interrogés ont été informés de l'anonymat de leurs réponses. Chaque entretien dure de 20 à 30 minutes selon le sujet interrogé.

Ces entretiens ont été enregistrés et ont fait l'objet d'une transcription intégrale. C'est l'exploitation de ces transcriptions qui a fourni la matière principale de notre recherche. Dans le cadre du présent travail, nous avons interviewé des enseignants de sciences naturelles (exerçant au collège et au lycée), des assistants de physiologie animale, des futurs enseignants (des étudiants de maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre) et des collégiens de 9^{ème} année de base.

Il nous paraît important de signaler que l'entretien destiné à la 9^{ème} année de base a été réalisé en arabe car, pour ce niveau scolaire (et pour tout le collège d'ailleurs), l'enseignement des sciences naturelles s'effectue en arabe.

Les questions posées (sous forme de questionnaire ou d'entretien semi-directif) ont été administrées individuellement et après l'enseignement expérimental de la digestion. Ces questions forment trois groupes reflétant les principaux axes de recherche :

Le premier groupe de questions permet d'explorer les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Ces questions ont pour but de dégager les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion prennent et les fonctions qu'elles remplissent. Exemples de questions posées :

- Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ?
- Qu'est-ce que tu as retenu, compris et appris des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ?

Le deuxième groupe de questions a pour but de faire le point sur l'articulation entre l'in vivo et l'in vitro. Ces questions permettent de dégager comment cette articulation est conçue par les élèves ainsi que leurs enseignants et comment elle est traitée réellement au cours de l'enseignement expérimental de la digestion. Exemples de questions posées :

- Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?
- Pourquoi ?

Le troisième groupe de questions est destiné à étudier les conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion permet de développer chez les

apprenants ainsi que chez leurs enseignants. Ces questions permettent d'analyser et de diagnostiquer ces conceptions. Exemples de questions posées :

- Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ?
- Pourquoi ?

Ces entretiens comprennent également d'autres questions qui varient selon l'évolution du discours avec le sujet interrogé (voir Annexes N°1 ; N°2 et N°3). Ils commencent par des questions d'ordre générale telles que : *Est-ce que la séquence sur la digestion s'est passée comme vous le souhaitiez ? Est-ce que vous l'abordez toujours comme cela ?* Ils finissent par un ensemble de questions qui offrent aux sujets interrogés un espace libre de dialogue et qui sollicitent leurs propositions, leurs questions ainsi que leurs suggestions concernant les activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et concernant l'enseignement de la digestion d'une manière générale. Comme exemple de ces questions nous pouvons citer ce qui suit : *As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ? As-tu des questions ou des remarques par rapport à l'enseignement de la digestion ? As-tu des remarques à ajouter ?*

3. Questionnaire

Dans notre recherche, nous avons utilisé le questionnaire comme outils de collecte de données. Il a été administré auprès de quatre classes de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales (préalablement filmées), soit 69 élèves.

Nous avons choisi la méthode de collecte de données par questionnaire au niveau de la 3^{ème} année secondaire pour des raisons diverses dont les plus importantes sont les suivantes :

- ✓ Nous avons cherché à explorer le maximum d'éléments de réponses de la part des lycéens préalablement observés.
- ✓ Nous avons estimé que ces apprenants possèdent un niveau langagier susceptible de leur permettre de comprendre et de répondre à nos questions.

Les élèves disposaient d'environ 45 minutes pour répondre par écrit et de façon anonyme et individuelle au questionnaire.

Les questions administrées au niveau du questionnaire se rapprochent de celles posées au niveau des entretiens. En effet, ces questions forment trois groupes reflétant les principaux axes de recherche (Annexe L5):

- **Le premier groupe** de questions sert à explorer les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion : Q1, Q2
- **Le deuxième groupe** de questions permet d'étudier comment l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est conçue par les lycéens : Q4
- **Le troisième groupe** de questions permet d'explicitier les conceptions de ces apprenants sur le vivant : Q7.

Pour récapituler, nous avons choisi de résumer les différents outils de collecte de données, mobilisés dans notre recherche, dans le tableau suivant :

Tableau N°2 : Les différents outils de collecte de données

	9ème (Enseignement de base)	3ème (Enseignement secondaire)	SVT4 (Enseignement supérieur)
Analyse du Curriculum prescrit	Programmes officiels	Programmes officiels	
Analyse du Curriculum potentiel	<ul style="list-style-type: none"> •Manuel scolaire •Document méthodologique 	<ul style="list-style-type: none"> •Manuel scolaire •Document méthodologique 	Fascicule de T.P de Physiologie Animale
Analyse du Curriculum réel	<ul style="list-style-type: none"> •Observation et analyse : 3 séquences d'enseignement de la digestion •Entretien : 3 professeurs •Entretien : 14 élèves 	<ul style="list-style-type: none"> •Observation et analyse : 4 séquences d'enseignement de la digestion •Entretien : 4 professeurs •Questionnaire : 69 élèves 	<ul style="list-style-type: none"> •Observation et analyse : 4 binômes et 1 trinôme •Entretien : 2 assistants •Entretien : 11 étudiants

4. En résumé :

Cette enquête est basée donc, sur quatre outils complémentaires et concertés : des observations de séquences d'enseignement expérimental de la digestion, des entretiens, des questionnaires, des analyses de documents écrits (programmes officiels, manuels scolaires, documents méthodologiques et fascicules de travaux pratiques).

Ainsi une telle méthodologie permet de :

- ✓ Confronter le déclaratif et le comportemental des enseignants, des étudiants et des élèves. C'est-à-dire confronter ce qu'ils disent avec ce qu'ils font réellement.
- ✓ Confronter les consignes au niveau des programmes officiels, des manuels scolaires et des documents méthodologiques d'une part et les pratiques réelles des enseignants et des apprenants d'autre part.

Quelque soit l'instrument utilisé, et malgré notre souci d'objectivité, l'apprenant et l'enseignant croient qu'ils sont en situation d'évaluation et cherchent à être fidèles aux attentes de l'observateur. Nous sommes donc conscients que notre méthodologie de recherche est loin d'éviter des artefacts.

Il est important de souligner également que notre recherche n'est nullement une étude statistique portant sur un échantillon représentatif d'élèves, d'étudiants et d'enseignants. Il s'agit plutôt d'une étude de cas. En effet, c'est surtout l'aspect qualitatif qui est visé et non l'aspect quantitatif.

D. Population étudiée :

Notre population est formée de sujets qui se sont portés volontaires pour coopérer et pour être interviewés. Il s'agit par conséquent, de ce que Huot (1992) désigne par «l'échantillons par volontaires». Nous avons sollicité l'aide auprès d'enseignants de sciences naturelles exerçant au lycée et au collège. Nous avons également contacté des enseignants universitaires de biologie. Certains de ces enseignants se sont montrés coopérants, ont accepté de faire partie de notre recherche et ils nous ont mis en contact avec leurs apprenants.

Nous avons opté pour «l'échantillons par volontaires» pour des raisons diverses dont les plus importantes sont les suivantes :

- «l'échantillon par volontaires» est couramment utilisé en recherche exploratoire (Huot 1992, p133) ce qui s'inscrit dans les perspectives de notre travail, qui s'avèrent également d'exploration.
- Essayer de mener les enquêtes dans les établissements scolaires tunisiens nécessite une autorisation officielle dont l'obtention demande de parcourir de nombreuses démarches administratives.

Par ailleurs, notre échantillon d'étude s'avère hétérogène. En effet, afin d'apporter des éléments de réponse aux questions que nous nous sommes posées dans cette recherche, nous avons fait recours à des assistants, des futures enseignants de Sciences Naturelles, des enseignants de sciences naturelles, des collégiens et des lycéens appartenant à différentes régions de la Tunisie.

Les caractéristiques de notre échantillon d'étude sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N°3 : L'échantillon étudié

Enseignement exploré	Population concernée	Etablissement concerné
Enseignement supérieur Maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT4)	2 assistants de physiologie animale	Faculté des Sciences de Sfax
	11 étudiants	Faculté des Sciences de Sfax
Enseignement secondaire 3 ^{ème} année secondaire section Sciences Expérimentales	4 Professeurs de Sciences Naturelles	PrA : Lycée pilote de Sfax PrB : Lycée de Menzel Chaker PrC : Lycée de Sidi Bouzid PrD : Lycée de Mateur
	4 classes : 69 élèves CIA : L1- L17 CIB : L18 –L32 CIC : L33-L51 CID : L52-L69.	Cl.A : Lycée pilote de Sfax Cl.B : Lycée de Menzel Chaker Cl.C : Lycée de Sidi Bouzid Cl.D : Lycée de Mateur
Enseignement de base 9 ^{ème} année de base	3 professeurs de Sciences Naturelles	Pr1 & Pr2 : Collèges à Sfax. Pr3 : Collège à Sidi Bouzid
	3 classes : 14 élèves C11 : C1-C5 C12 : C6-C10 C13 : C11-C14	C11 & C12 : Collèges à Sfax. C13 : Collège à Sidi Bouzid

E. Traitement des données :

Deux sortes de démarches analytiques ont été adoptées pour l'exploitation des différentes données collectées : analyse de contenu et analyse comparative.

1) Une démarche d'analyse de contenu (Bardin, 1996) : cette analyse a été appliquée sur les discours des sujets interrogés (collectés par entretien ou questionnaire), les programmes officiels, les manuels scolaires, les documents méthodologiques et le fascicule de travaux pratiques, bref, sur l'ensemble des corpus. L'objectif d'une telle démarche est de manipuler les différents messages afin de mettre à jour des indicateurs qui permettant d'apporter des éléments de réponse aux questions posées dans cette recherche (Bardin, 1996). Par ailleurs, l'analyse que nous avons adoptée est qualitative. Elle ne procède à aucune mesure. En effet, il s'agit plutôt d'une analyse lexicale basée sur l'étude des unités vocabulaires : analyser les verbes employés, caractériser les pronoms utilisés, étudier le temps des verbes présents, analyser les noms, les adjectifs, les prépositions, liés à l'enseignement expérimental de la digestion. Nous avons ainsi, respecté les différentes phases de l'analyse de contenu définies par Bardin, et que nous présentons ici en relation avec notre recherche :

a. la préanalyse : cette phase consiste à choisir les documents et à élaborer des indicateurs en fonctions des hypothèses de recherche.

Pour le cas de notre recherche, nous nous intéressons aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion. Et ce telles qu'elles sont préconisées par les documents officiels (le curriculum prescrit), présentées par le curriculum potentiel et mises en place réellement en classe (le curriculum réel). Nous avons ainsi travaillé sur des corpus divers et touchant les trois niveaux du curriculum : programmes officiels, manuels scolaires, documents méthodologiques, fascicules de travaux pratiques, des productions d'élèves, des discours d'enseignants, des observations de séquences d'enseignement expérimental de la digestion, etc.

Les indicateurs retenus reflètent les principaux axes de notre travail qui sont : les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion, les différents aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro pris en compte dans cet enseignement et les conceptions sur le vivant que les pratiques expérimentales liées à la digestion

permettent de développer chez les apprenants ainsi que chez leurs enseignants. Comme indicateurs retenus, nous citons à titre d'exemple ce qui suit :

- Les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, proposées.
- Le lieu (au laboratoire ou dans une salle ordinaire) et le cadre dans les quels se déroulent ces pratiques (s'agit-il d'une séance de travaux pratiques ou d'un cours).
- Le but, l'objectif et le rôle de ces pratiques.
- La démarche annoncée ou/et proposée réellement
- Les tâches respectives de l'enseignant et de l'élève dans ces pratiques.
- Le support documentaire et/ou instrumental mentionné.
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés, dans les pratiques expérimentales liées à la digestion.
- Les spécificités du vivant signalées et les précautions empiriques et conceptuelles qui en découlent, à tenir compte au cours de l'enseignement expérimental de la digestion.

b. L'exploitation du matériel : correspond à une description des corpus en fonction des indicateurs retenus. Il s'agit de dégager les pratiques expérimentales proposées, décrire les tâches respectives des enseignants et de leurs apprenants, déterminer les supports documentaires et matériels mobilisés dans l'enseignement expérimental de la digestion, etc.

c. Le traitement des résultats, par inférence (déduction en liaison avec d'autres propositions) et interprétation (recherche de signification) doit rendre les indicateurs "parlants". Cette phase permet d'apporter des éléments de réponses aux questions de recherche. Nous pouvons ainsi caractériser les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion, et ce aux différents niveaux du curriculum, caractériser les conceptions des élèves ainsi que celles de leurs enseignants sur le vivant, etc.

2) Une démarche comparative : notre dispositif méthodologique prévoit des croisements et des comparaisons entre d'une part, les curriculums prescrit, potentiel et réel et, d'autre part, entre les différents composants du même curriculum. Une telle

démarche permettra de révéler des éventuels écarts, incohérences, incompatibilités, cohérences, réorganisation et évolutions internes et aussi externes.

PARTIE 3 :

ANALYSE DES DONNEES

Légende

Enseignement de base :

- ➔ Classes : CI1, CI2, CI3
- ➔ Enseignants : Pr1, Pr2, Pr3
- ➔ Collégiens C1 - C14

Enseignement secondaire :

- ➔ Classes : CI.A, CI.B; CI.C, CI.D
- ➔ Enseignants : Pr.A, Pr.B, Pr.C, Pr.D
- ➔ Lycéens : L1 – L69

Enseignement supérieur :

- ➔ Enseignants : A1 & A2
- ➔ Etudiants : ET1 - ET11

Chapitre I :

Analyse des formes et des fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion en Tunisie

A. Rappel des objectifs de ce chapitre :

Dans ce chapitre, nous cherchons à mieux comprendre les éventuelles évolutions, réorganisations, cohérences, compatibilités et incohérences entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, et entre le curriculum prescrit, c'est-à-dire ce qui est prescrit dans les instructions officielles, et le curriculum réel, c'est-à-dire les pratiques expérimentales réelles telles qu'elles sont enseignées en classe, d'autre part.

Pour cela nous allons :

- ➔ Commencer par dégager les formes des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans le curriculum tunisien.
- ➔ Caractériser ensuite les fonctions attribuées à ces activités.
- ➔ Analyser, à la fin, les éventuelles cohérences, mais aussi incohérences entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, et entre les différents niveaux du curriculum d'autre part.

Notre travail d'analyse se fera ainsi sur trois temps

B. Rappel de l'hypothèse de recherche :

Sous hypothèse 1 :

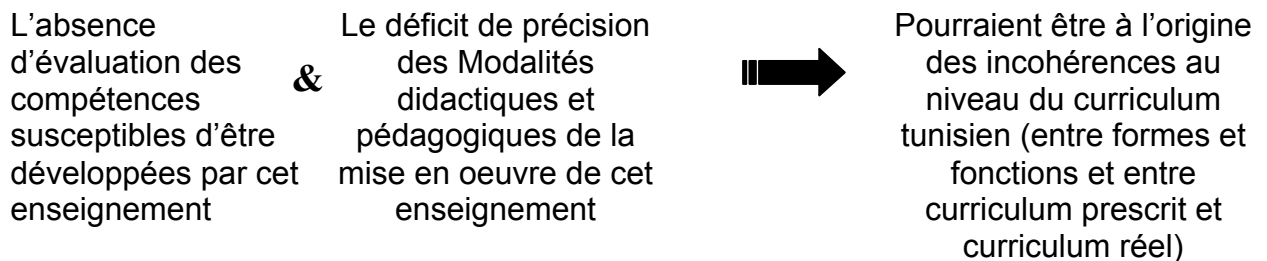
Au niveau du curriculum tunisien, un déficit de prise en charge de l'évaluation des compétences susceptibles d'être développées par l'enseignement expérimental de la digestion, pourrait être à l'origine de certaines incohérences et incompatibilités entre les formes et les fonctions de cet enseignement, ou entre curriculum prescrit et curriculum réel.

Sous hypothèse 2 :

Au niveau du curriculum tunisien, un déficit de précision des modalités didactiques et pédagogiques de la mise en oeuvre de l'enseignement expérimental de la digestion pourrait être à l'origine de certaines incohérences et incompatibilités entre les formes et les fonctions de cet enseignement, ou entre curriculum prescrit et curriculum réel.

Les sous hypothèses 1 et 2 peuvent être regroupées dans l'hypothèse suivante :

Au niveau de l'enseignement expérimental de la digestion,



C. Cadre de référence :

I. Coquidé (2000, 2002) et Lebeaume (1999) comme références principales :

Nous rappelons que l'analyse des recherches portant sur les formes et les fonctions des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences, nous a permis de dégager les remarques suivantes :

→ La problématique des formes et des fonctions des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences a été explorée par plusieurs auteurs (anglophones et francophones). Ces derniers ont posé différentes questions et ont, par conséquent, traité cette problématique sous différents angles. Parmi les axes qui ont été investigués, nous pouvons citer, ce qui suit :

- La place du laboratoire dans l'enseignement des sciences (Donneley, 1998).

- Les formes et les fonctions des travaux pratiques comme forme scolaire de l'enseignement expérimental des sciences (Hodson, 1988 ; Nott et Wellington, 1996)
- Les formes scolaires éventuelles et potentielles des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences au supérieur : cas du potentiel d'action (Darley, 1996).
- Fonctions des pratiques expérimentales dans l'enseignement de la biologie : cas de la photosynthèse (Galiana, 1999).

➔ Il paraît, suite à l'analyse de ces recherches, que la majorité des auteurs traite un seul aspect de la problématique des formes et des fonctions des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences. En effet, la plupart des travaux s'intéressent ou bien aux formes que les activités expérimentales prennent ou aux fonctions et aux missions que ces activités remplissent. Les travaux qui ont essayé d'articuler ces deux axes de recherche et d'analyser par conséquent la cohérence ou les incohérences entre les formes et les fonctions des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences s'avèrent rares. En effet, seuls Lebeaume (1999) et Coquidé (2000) ont analysé l'articulation entre les formes de ces pratiques et leurs fonctions. Et semblent par conséquent rejoindre notre axe de recherche.

➔ En ce qui concerne Lebeaume (1999), il a travaillé sur les pratiques expérimentales en technologie avec une approche curriculaire, et ceci dans le but d'analyser les cohérences et les incohérences entre formes et fonctions de ces expériences. En effet, cet auteur considère que les pratiques expérimentales scolaires doivent présenter une cohérence interne qui lie les tâches des élèves à leurs visées éducatives et aux pratiques de référence. Cette cohérence est structurée, ainsi, par la solidarité des relations entre ces trois pôles (tâches, visées éducatives et références), que Lebeaume présente comme suit :

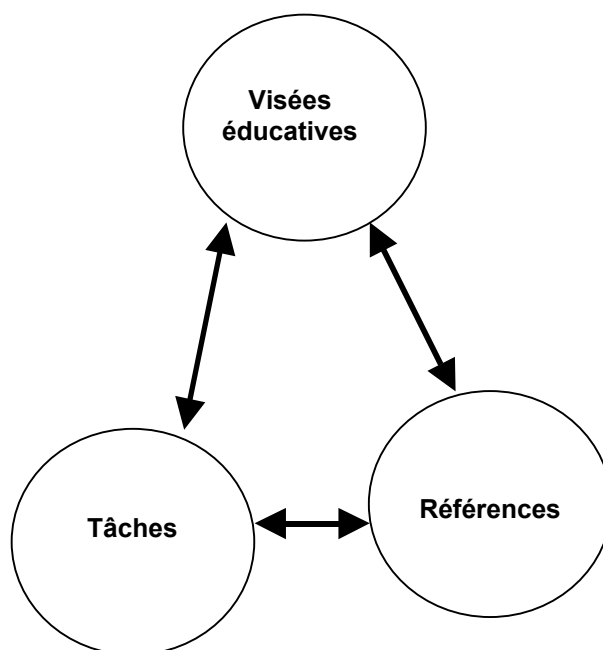


Schéma N°1 : corrélations entre tâches, visées et références selon Lebeaume
(Lebeaume, 1999)

Ainsi, la conception de l'enseignement expérimental de la digestion dans une approche curriculaire, suppose, si nous faisons référence à Lebeaume, une définition de ses visées éducatives, une précision des références sur lesquelles s'appuie cet enseignement ainsi qu'un éclaircissement des approches et des tâches fixées aux élèves.

→ Quant aux recherches menées par Coquidé (2000), elles ont été focalisées sur le rapport expérimental au vivant. Dans cette perspective, Cet auteur, a analysé les formes et les fonctions des pratiques expérimentales sur le vivant. Elle a remarqué que ces pratiques peuvent prendre des formes diversifiées et remplir différentes fonctions. Par ailleurs, dans le but d'éclairer les enjeux éducatifs, faciliter les interventions, et aider les enseignants à clarifier leur position lors de la conception des dispositifs expérimentaux, Coquidé (1998) a proposé trois *modes didactiques* reflétant trois statuts différents de l'expérimental : un mode de *familiarisation pratique*, un mode *d'investigation empirique* et un mode *d'élaboration théorique*.

→ Notre recherche semble rejoindre en partie les travaux de Lebeaume et ceux de Coquidé. En effet, d'une part, à l'image de Coquidé, notre travail vise à analyser les formes des pratiques expérimentales liées au vivant et à dégager les fonctions assignées à ces pratiques. Les formes et les fonctions caractérisées par Coquidé, nous serviront ainsi comme référence afin de repérer les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans le curriculum tunisien. Et d'autre part, à l'image de Lebeaume, nos analyses s'inscrivent dans une approche curriculaire, et ceci afin de caractériser les cohérences et les incohérences entre ces formes et ces fonctions et entre les différents niveaux du curriculum. Le schéma de corrélation entre tâches, visées et références, avancé par Lebeaume nous permettra ainsi d'analyser et de discuter les corrélations entre les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion.

→ Malgré les différences signalées entre les travaux de Coquidé et ceux de Lebeaume (biologie/technologie ; rapport expérimental au vivant, approche curriculaire), nous pensons que ces deux auteurs, sous différents angles, ont analysé les corrélations et les articulations, au sein des pratiques expérimentales scolaires, entre les tâches proposées aux élèves, les formes que ces pratiques prennent, les logiques dans lesquelles elles s'inscrivent et les fonctions assignées à ces pratiques expérimentales. Ce qui semble présenter un cadre de référence approprié pour notre travail. Cependant, une adaptation de ce cadre nous paraît nécessaire afin de valoriser la spécificité de notre objet de recherche, à savoir, l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien.

En bilan :

Coquidé (2000) : grâce à ses analyses de formes et fonctions du rapport expérimental au vivant nous fournit un cadre de référence pour l'élaboration des grilles de repérage de formes et de fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion

&

Lebeaume (1999) : grâce à l'approche curriculaire et son schéma de corrélation entre tâches, visées et références, nous fournit un cadre de référence pour analyser, ensuite, l'articulation entre les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion et dégager à la fin les cohérences mais aussi les incohérences au sein du curriculum tunisien.

II. Elaboration des grilles de repérage des formes et des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

Pour analyser les formes et les fonctions des expériences liées à l'enseignement de la digestion dans les différents curriculums tunisiens, nous nous sommes basée sur des grilles de repérage. Ces grilles ont été construites à priori en faisant référence, essentiellement, aux travaux de Coquidé (2000, 2002).

✓ La première grille sera consacrée à repérer les formes des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. L'application de cette grille permettra de caractériser les formes que prend l'enseignement expérimental de la digestion dans les différents niveaux du curriculum tunisien. Il s'agit, également, d'identifier dans quelle logique s'inscrivent ces pratiques : s'agit-il de pratiques d'illustration de phénomène ou de véritables moments d'investigation ? (Coquidé, 2002)

✓ La deuxième grille vise à dégager les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Il s'agit d'identifier les différents objectifs et missions accordés à l'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum tunisien.

Ces grilles nous ont permis d'envisager les premières analyses de formes et de fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Elles sont loin de présenter une revue exhaustive des formes que l'enseignement expérimental de la digestion pourrait prendre et des fonctions que ces pratiques pourraient remplir au sein du curriculum tunisien. Leur formulation servira, cependant, à explorer ces formes et à caractériser ces fonctions. Ces grilles seront affinées et complétées par l'analyse des données collectées. Ce qui nous amènera à la fin, à construire et à élaborer des grilles à posteriori plus complètes.

Par ailleurs, l'application de ces grilles servira ensuite à dégager les cohérences ainsi que les incohérences entre ses formes et ses fonctions.

Nous rappelons enfin que notre dispositif méthodologique prévoit des croisements et des comparaisons entre les différents niveaux du curriculum d'une part et entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion d'autre part. L'application de ces grilles à notre corpus permettra d'envisager ces différents croisements et par conséquent, de dégager les cohérences mais aussi les incohérences et les

incompatibilités entre formes et fonctions d'une part, et entre les différents niveaux du curriculum d'autre part.

1. Grille de repérage des formes des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion :

Nous rappelons que les travaux de Coquidé (2000 et 2002) ont constitué notre référence principale pour l'élaboration de cette grille. En effet, travaillons sur le rapport expérimental au vivant, nous partageons, par conséquent, avec cet auteur le même champ de recherche, à savoir les pratiques expérimentales en biologie. Coquidé a, en outre, analysé les formes que ces expériences peuvent prendre. Elle a montré que ces activités expérimentales se prêtent à différentes formes scolaires. Ainsi, l'enseignement expérimental de la digestion peut prendre la forme d'expériences historiques évoquées. Il s'agit d'évoquer et d'analyser une expérience tirée de l'histoire des sciences ; telles que par exemple celles de Réaumur et Spallanzani qui peuvent être sollicitées dans l'enseignement expérimental de la digestion. Cet enseignement peut prendre également la forme d'expériences contemporaines. En effet, des expériences scientifiques contemporaines peuvent être également évoquées et analysées en classe. Dans le cas de l'enseignement de la digestion, l'enseignant peut évoquer une pratique expérimentale médicale récente liée au phénomène de la digestion ; comme par exemple, l'expérience qui consiste à introduire une caméra dans le tube digestif. Cette caméra permet de filmer la progression de la nourriture tout au long de ce tube. En classe, cette pratique peut être évoquée sous forme de film en faisant recours à la vidéo. Ce qui permet d'expliquer aux élèves différents aspects de la digestion, tels que l'anatomie du tube digestif, les transformations des aliments tout au long du tube digestif, les mouvements péristaltiques de l'intestin, etc.

Les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion peuvent prendre également la forme d'analyse chimique. Il s'agit par exemple de réaliser une digestion chimique *In vitro* (l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire ou l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine). Par ailleurs, l'enseignement expérimental de la digestion peut prendre aussi la forme d'un projet de manipulation ou de travaux pratiques. Dans

ce cas, les élèves se trouvent invités à mettre "la main à la pâte"¹, à réaliser tout un protocole expérimental, à interpréter les résultats et à conclure.

Par ailleurs, l'enseignement expérimental de la digestion peut prendre la forme d'exercice. Les élèves se trouvent invités à analyser et interpréter des résultats, à comparer, à dessiner des courbes à partir d'un tableau de données, à lire ces courbes et à les interpréter, etc. Enfin, les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion peuvent prendre la forme d'expériences réalisées par l'enseignant. Il s'agit, dans ce cas, de démonstrations faites par l'enseignant. Ces expériences peuvent présenter aux élèves une occasion pour apprendre à observer, à comparer et à tirer des conclusions.

Cependant, il nous paraît intéressant de signaler que ces différentes formes peuvent elles-mêmes présenter une grande variété et inclure d'autres possibilités de pratiques et par conséquent d'autres "sous-formes". En effet, le degré de directivité de l'enseignant, autrement dit, qu'est-ce qui constitue le moteur de l'activité, les pratiques des élèves réellement envisagées, les niveaux de formulation des concepts biologiques enseignés, le contexte dans lequel se déroule ces pratiques, les interventions pédagogiques directes ou indirectes de l'enseignant, la formation de l'enseignant, ses conceptions éducatives concernant l'enseignement expérimental, le degré d'aménagement du réel proposé à l'élève, etc. font naître différentes possibilités de formes scolaires de pratiques expérimentales au vivant.

2. Grille de repérage des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

Pour dégager les fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien, nous avons fait recours à une grille de repérage que nous avons construite suite au croisement de différentes références (Coquidé, Galiana, Nott, Hodson, etc.). Cependant, parmi les fonctions que nous avons recensées à travers toute la littérature, nous pensons que celles caractérisées par Coquidé (2000) semblent être les plus proches de notre recherche. Notre grille de repérage est, par conséquent, inspirée du travail de cet auteur.

Cependant, il paraît intéressant à signaler qu'un réaménagement des résultats avancés par Coquidé (2000, 2002) nous a paru nécessaire, et ceci afin de faire apparaître la

¹ Termes employés par Georges Charpak, prix Nobel de physique.

spécificité des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien.

Les activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion peuvent remplir, ainsi, des fonctions de scientificité. Cet enseignement est censé, ici, favoriser la compréhension, l'ancrage et la mémorisation des concepts et des notions de la digestion (nutriments, diastase, digestion chimique, digestion mécanique, etc.). Ces activités contribuent à faire rapprocher les élèves des concepts enseignés et à faire évoluer leurs conceptions erronées sur la digestion. Ces expériences permettent, également, de développer et d'enrichir le référent empirique relatif à la digestion (conceptuel et pratique) chez les élèves. En effet, elles contribuent à construire chez les élèves une connaissance aussi large que possible des techniques et des méthodes expérimentales liées à la digestion qui serviront de base pour la conception de nouvelles situations d'expérimentation sur la digestion en particulier et sur le vivant, en général. Ainsi, l'enseignement expérimental de la digestion peut offrir aux élèves une occasion pour apprendre à :

- ✓ Formuler un problème à partir des données : ici l'expérience est conçue pour répondre à un questionnement, c'est-à-dire pour résoudre un problème relatif à la digestion que les élèves ont construits.
- ✓ Emettre des hypothèses face à cette situation problématique : complémentaire au point précédent, l'élève doit proposer une hypothèse explicative au problème déjà formulé.
- ✓ Concevoir des moyens pour tester ces hypothèses : l'élève doit proposer une pratique expérimentale sur la digestion avec une forme réalisable dans le cadre scolaire et permettant de tester l'hypothèse retenue.
- ✓ Discuter, comparer, interpréter, critiquer et argumenter les résultats trouvés.

Par ailleurs, l'enseignement expérimental de la digestion peut également remplir des fonctions éducatives. En effet, les pratiques expérimentales sur la digestion peuvent se prêter à la réalisation de dissection, à la manipulation du vivant, à l'utilisation des appareils et des instruments, à la maîtrise des techniques relatives à l'étude du vivant et les biotechnologies qui ne s'arrêtent pas d'évoluer, etc. Ces activités peuvent contribuer ainsi à développer chez les élèves une certaine familiarisation pratique au vivant, dans sa diversité et sa complexité.

De telles pratiques peuvent contribuer aussi au développement et à l'édification de la personnalité : quand l'élève touche le vivant, ce dernier le touche également, ce qui renvoie l'élève à ses émotions et à son affectivité.

Les activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion peuvent contribuer aussi au développement de l'abstraction, de l'imagination, de l'esprit critique, rationnel et objectif. Elles participent à la formation de tout un ensemble de comportements, de démarches, de compétences, d'opérations intellectuelles et de raisonnement rationnel et expérimental. Elles contribuent ainsi, au développement d'une pensée scientifique et objective.

Les expériences liées à l'enseignement de la digestion permettent également de construire chez les élèves certaines connaissances relatives à la digestion et à l'hygiène de vie (manger léger le soir, etc.). Elles contribuent ainsi à faire acquérir aux élèves un certain savoir vivre.

L'enseignement expérimental de la digestion peut contribuer aussi à l'apprentissage d'une démarche expérimentale et d'une méthode de travail, au développement de la matrice cognitive chez les élèves et à l'acquisition de certaines habiletés manuelles relatives aux pratiques expérimentales sur le vivant.

Outre les fonctions éducatives et de scientificité, les pratiques liées à l'enseignement de la digestion peuvent remplir des fonctions pédagogiques. En effet, ces activités peuvent offrir aux élèves une occasion pour apprendre à travailler en groupe, à assurer ses tâches au sein de ce groupe, à communiquer, à échanger les idées et à accepter la divergence des résultats et des explications à propos du même phénomène (lié à la digestion telle que par exemple la digestion chimique de l'amidon par la salive), etc.

Enfin, à côté des fonctions de scientificité, éducatives et pédagogiques (Coquidé, 2002), des fonctions épistémologiques et éthiques peuvent également être octroyées à l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, ces pratiques peuvent aider les élèves à acquérir une certaine éthique vis-à-vis du vivant ainsi qu'une certaine formation épistémologique. Ces activités permettent de développer chez les élèves une certaine vigilance quant aux spécificités du matériel biologique. Elles posent le problème de l'articulation entre l'*In vivo* et l'*In vitro*. Elles tiennent compte de la complexité, de l'irréversibilité, de l'intégrité, de la sensibilité et de la diversité des phénomènes biologiques. Ce qui permet un développement d'une rationalité expérimentale par rapport au vivant, complémentaire de celle de la matière. Cette rationalité permet le fondement d'une éthique relative au respect des vivants. Ces pratiques peuvent également aider les élèves à se rendre compte de la nécessité de

recours aux modèles animaux comme substitut d'investigation expérimentale de l'homme. Ce qui contribue à fonder chez ces apprenants une certaine éthique humaniste.

Par ailleurs, les expériences liées à l'enseignement de la digestion peuvent aider les élèves à comprendre le rôle que l'expérimental a joué dans l'avancée des connaissances sur la digestion. En effet, l'analyse des expériences historiques relatives à la digestion (telles que celles de Réaumur et Spallanzani) peut aider les élèves à comprendre que les pratiques expérimentales ont contribué largement à dévoiler ce phénomène physiologique. Ces pratiques aident donc les apprenants à acquérir une certaine formation épistémologique.

Ainsi, ces fonctions d'ordre éthique et épistémologique peuvent s'inscrire dans le cadre de fonctions de scientificité.

Il nous paraît intéressant de signaler que le cloisonnement entre les différentes fonctions, que nous avons présenté n'est qu'arbitraire. Ces fonctions s'entremêlent et nous ne pouvons réellement mettre de frontière entre les différents types de finalités. Le but serait de nous aider à caractériser, au début, les différentes formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans le curriculum tunisien ; à analyser ensuite les corrélations entre formes et fonctions ; et à dégager, à la fin, les différentes cohérences et compatibilités mais aussi les incohérences entre les différents niveaux du curriculum et entre les formes et les fonctions.

3. En résumé :

Pour récapituler, nous pouvons dire que la revue de question relative aux recherches effectuées sur les pratiques expérimentales scolaires nous a permis de remarquer que les travaux de Coquidé et ceux de Lebeaume s'avèrent être les plus proches de notre axe de recherche. En effet, d'une part, comme Coquidé, nous nous intéressons aux formes et fonctions des expériences liées au vivant ; et, d'autre part, comme Lebeaume, nous adoptons une approche curriculaire afin d'analyser les cohérences et les incohérences entre ces formes et ces fonctions, et entre les différents niveaux du curriculum.

Ainsi, les analyses de Coquidé nous ont guidé dans l'élaboration des grilles de repérage des formes et des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion. Nous tenons à rappeler que ces grilles sont loin d'être exhaustives. Elles nous

permettent de repérer les formes et les fonctions et seront par conséquent, complétées et approfondies par les analyses des différents corpus.

Cependant, le schéma de corrélation (schéma N°1) construit par Lebeaume (1999), nous orientera, ensuite, dans l'analyse des cohérences et des incohérences entre formes et fonctions et entre différents niveaux du curriculum.

D. Rappel de la méthodologie :

Centrée plus précisément sur les problèmes liés à la cohérence, l'organisation et le développement des contenus d'enseignement, l'approche curriculaire (Lebeaume, 1999) semble présenter un cadre adéquat pour analyser les formes et les fonctions des expériences liées à l'enseignement de la digestion, et leur cohérence, dans le curriculum prescrit, potentiel et réel. Le curriculum prescrit résulte des choix des concepteurs de programmes scolaires, le curriculum potentiel désigne les différentes possibilités de réalisations curriculaires, tandis que le curriculum réel représente l'ensemble des contenus, méthodes, moyens et interventions des différents acteurs dans les pratiques expérimentales scolaires. Pour notre étude, nous avons essayé de caractériser les différentes formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum tunisien, en analysant les données suivantes :

- les programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles pour le curriculum prescrit.

- les manuels scolaires de sciences naturelles, les guides méthodologiques à l'usage des enseignants des sciences naturelles et les fascicules de travaux pratiques de physiologie animale pour le curriculum potentiel. Nous tenons à rappeler, que, dans le cadre de notre recherche, nous sommes conscient du fait que nous avons réduit l'étude du curriculum potentiel, à l'analyse des manuels scolaires, des guides méthodologiques et des fascicules de travaux pratiques. Et ceci, en raison des difficultés que nous avons rencontrées en essayant de collecter d'autres potentialités telle que les fiches des inspecteurs, les documents personnels des enseignants.

- des observations de séquences d'enseignement expérimental de la digestion à la faculté, au lycée et au collège ; des entretiens avec des assistants de physiologie

animale, des futurs enseignants (des étudiants de maîtrise de sciences de la vie et de la terre), des enseignants de sciences naturelles et des collégiens ; et questionnaire auprès des lycéens pour le curriculum réel.

Dans le cadre de notre recherche, les analyses du curriculum prescrit et du curriculum potentiel ont porté sur les documents (programmes officiels, manuels scolaires et guides méthodologiques, fascicules de travaux pratiques) les plus récents et qui sont actuellement opératoires dans l'enseignement des sciences naturelles. En outre, comme au sein du curriculum tunisien, l'enseignement expérimental de la digestion est administré en 9^{ème} année de l'enseignement de base, en 3^{ème} année de l'enseignement secondaire (section sciences expérimentales) et en 4^{ème} année Sciences de la Vie et de la Terre de l'enseignement supérieur (Maîtrise SVT), nos analyses ont porté sur ces trois niveaux scolaires.

Par ailleurs, après l'analyse curriculaire, nous envisageons une approche comparative. Une telle approche permet ensuite de signaler d'éventuelles évolutions, incompatibilités, limites ou incohérences, entre formes et fonctions des expériences d'une part et entre curriculum prescrit, potentiel et réel, d'autre part.

E. Résultats et discussions :

Nous rappelons que notre étude s'intéresse aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion tout au long du cursus scolaire tunisien (aux niveaux du collège, lycée et faculté). Pour cela, nous allons commencer par exposer les analyses effectuées au niveau du collège. Nous présenterons ensuite les données relatives à l'enseignement secondaire. Nous finirons par discuter les résultats relatifs à l'enseignement supérieur.

I. Collège : 9^{ème} année de l'enseignement de base

En Tunisie, au niveau du collège, la digestion est enseignée en 9^{ème} année de l'enseignement de base. Nos analyses ont été ainsi focalisées sur ce niveau scolaire.

1. Analyse du curriculum prescrit : "*Programmes Officiels du 2^{ème} cycle de l'Enseignement de Base – Décret n°1205 du 23 juin 1997 -Annexe V – Sciences Naturelles*"

Pour notre recherche, afin de caractériser les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, nous avons analysé les programmes officiels de l'enseignement des Sciences Naturelles actuellement opératoire, au niveau du collège. Il s'agit des "Programmes Officiels du 2^{ème} cycle de l'Enseignement de Base – Décret n°1205 du 23 juin 1997 -Annexe V – Sciences Naturelles". En effet, ce document présente les programmes officiels des sciences naturelles actuellement fonctionnels en 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} années de l'enseignement de base.

1.1. Présentation de ce document :

Les programmes officiels de juin 1997 présentent deux parties :

1. la première annonce les objectifs généraux de l'enseignement des sciences naturelles au 2^{ème} cycle de l'enseignement de base (7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} année du collège). L'analyse de ces objectifs montre que ces instructions officielles accordent différentes fonctions à l'enseignement des sciences naturelles : fonctions notionnelles, fonctions liées à l'acquisition de savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie, fonctions liées au développement du raisonnement scientifique et de méthode de travail (fonctions éducatives) et fonctions liées à l'édification de la personnalité (fonctions pédagogiques).

2. La deuxième partie est consacrée aux programmes des sciences naturelles relatifs à la 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} année de base. L'analyse de ces programmes montre que La digestion se trouve enseignée en 9^{ème} année de base, dans le chapitre « Les fonctions de nutrition chez l'homme », dans le cadre de l'article 6. Par ailleurs, l'analyse des objectifs spécifiques à l'enseignement de la digestion, nous permet de remarquer que seuls des objectifs d'ordre notionnel sont mentionnés : « Préciser le rôle de l'appareil digestif (organes et sucs) dans la transformation des aliments composés en nutriments absorbables (notions de digestion et d'absorption) « préciser le résultat final de la digestion des glucides, des protides et des lipides », etc.

1.2. Analyse des Formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse des "Programmes Officiels du 2^{ème} cycle de l'Enseignement de Base – Décret n°1205 du 23 juin 1997 -Annexe V – Sciences Naturelles" montre que l'enseignement expérimental de la digestion consiste en l'hydrolyse de l'amidon par la salive. Dans ces

instructions, cet enseignement prend la forme de travaux pratiques «TP5». Cependant, ces programmes ne fournissent aucune précision quant aux modalités didactiques et pédagogiques à mettre en œuvre pour cet enseignement expérimental. En effet, nous remarquons que le sujet employé avec tous les verbes d'action est le pronom indéfini «on» qui ne fournit aucune précision sur les tâches respectives de l'enseignant et de ses élèves. Ainsi, à part qu'il s'agit d'activités expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon par la salive, ces instructions restent assez implicites quant aux tâches respectives des élèves et des enseignants, au degré de directivité des enseignants, modalités de mise en œuvre de cet enseignement, etc. Plusieurs questions relatives aux formes que ces activités prennent et à la logique dans laquelle elles s'inscrivent restent posées et face auxquelles ces programmes officiels restent sans réponses. Il nous paraît donc que bien que ces instructions valorisent l'enseignement expérimental de la digestion, elles ne le balisent pas, le laissant assez vaste.

Pour résumer, nous pouvons dire que, selon les programmes officiels des Sciences Naturelles, de juin 1997, relatif au 2^{ème} cycle de l'enseignement de base, la digestion se trouve enseignée en 9^{ème} année de base, dans le cadre de l'article 6, intitulé "*les fonctions de nutrition chez l'Homme*". L'enseignement expérimental de la digestion consiste à réaliser des expériences in vitro de digestion de l'amidon par la salive. L'analyse chimique In vitro (digestion expérimentale de l'amidon) présente ainsi la forme dominante des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Ces expériences sont enseignées dans le cadre de Travaux Pratiques (TP5) qui précèdent le cours. Elles s'inscrivent dans une logique d'illustration et de « mise en œuvre » de la digestion chimique. Par ailleurs, l'enseignement expérimental de la digestion semble être valorisé par ces instructions officielles. En effet, ce sont ces pratiques expérimentales, sur la digestion artificielle de l'amidon par la salive, qui introduisent le chapitre relatif à la digestion. Cependant, nous remarquons l'absence de toute forme d'évaluation de cet enseignement. Ce qui confère à ces programmes une certaine incohérence interne.

En plus, l'analyse des objectifs spécifiques à cet enseignement permet de montrer que seules des fonctions liées à l'illustration de la digestion chimique, sont énoncées : « on réalisera des expériences en vue de mettre en évidence le rôle de la salive dans la digestion de l'empois d'amidon ». En effet, les verbes d'action employés (tels que « expliquer », « dégager », « distinguer », « identifier ») reflètent uniquement des

fonctions d'ordre notionnel. Les fonctions éducatives (développement et l'acquisition de méthode de travail et de savoir-faire expérimental biologique) et les fonctions pédagogiques (l'édification d'un être humain évoluant dans un groupe), déjà détectées au niveau des recommandations générales de ces instructions, disparaissent. Ainsi, seules les fonctions notionnelles demeurent présentes au niveau des objectifs spécifiques de l'enseignement expérimental de la digestion. Ce qui induit, encore une certaine incohérence interne au sein des ces programmes.

Pour conclure, nous notons que les programmes officiels analysés ne sont pas cohérents à cause du glissement constaté entre les recommandations générales et les objectifs spécifiques de l'enseignement expérimental de la digestion. Il s'agit d'un glissement en lacune dans la mesure où les fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion se trouvent réduites aux notionnelles et ne tiennent pas compte des fonctions (éducatives et pédagogiques) annoncées au niveau des recommandations générales. Ce qui confère à ces instructions officielles une certaine incohérence interne. Par ailleurs, ces programmes restent peu implicites quant aux modalités didactiques et pédagogiques à adopter dans la mise en place de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, les recommandations générales ainsi que les objectifs spécifiques ne portent pas de précision sur les tâches respectives de l'enseignant ni celles des élèves.

Bilan :

Pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées :
l'hydrolyse de l'amidon

Formes :

- Travaux Pratiques (TP5)
- Analyse chimique In vitro
- Modalités didactiques et pédagogiques de la mise en œuvre de cet enseignement non définies
- Forme réelle non caractérisée

Fonctions :

- Recommandations générales : notionnelles, éducatives et pédagogiques
- Objectifs spécifiques : notionnelles

Incohérences internes :

- Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'est proposée d'autre part.
- Différentes fonctions au niveau des recommandations générales. Seules des fonctions notionnelles au niveau des objectifs spécifiques.
- Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion. Cependant cet enseignement reste assez vaste et non précisé.

1.3. Analyse des corrélations entre formes et fonctions :

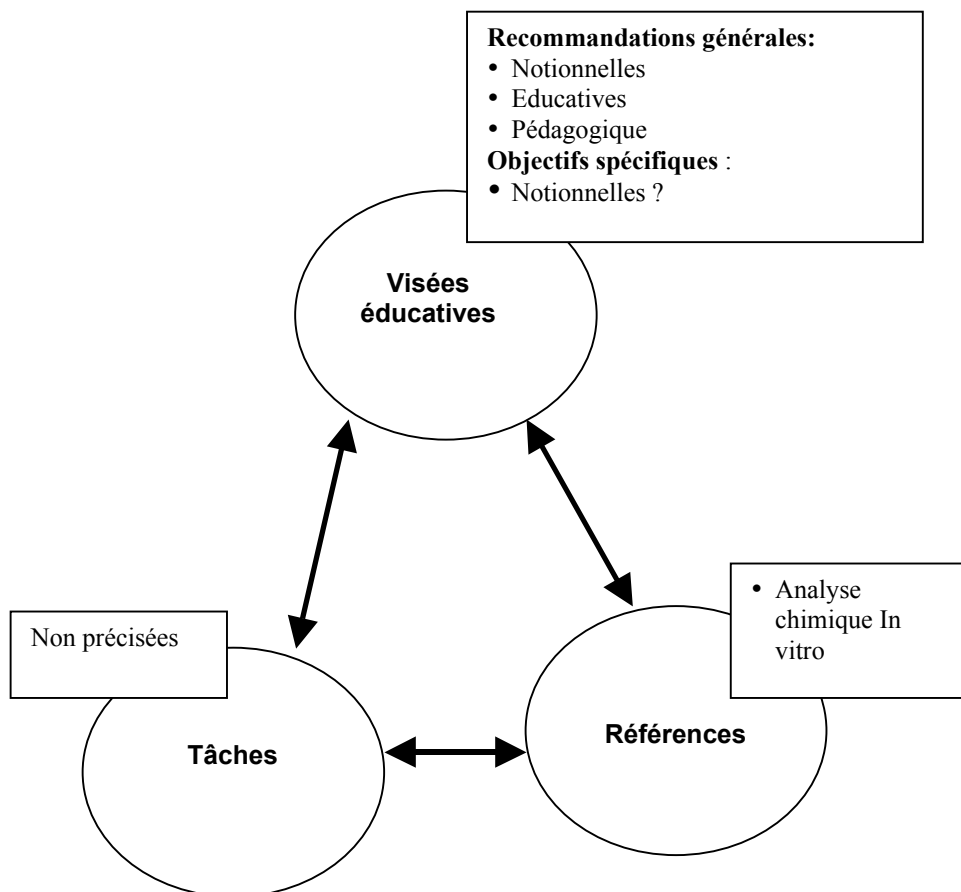
L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau des programmes officiels de 9^{ème} année de base nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
L'hydrolyse de l'amidon par la salive	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse chimique In vitro dans le cadre de Travaux pratiques. ▪ Forme réelle non définie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recommandations générales : Fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques. ▪ Objectifs spécifiques : Fonctions notionnelles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

Rappelons que, dans le cadre de notre recherche, nous avons retenu le schéma de Lebeaume (1999) comme cadre théorique permettant d'analyser les corrélations entre les formes que prennent les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et les fonctions qu'elles remplissent. L'application de ce schéma au niveau du curriculum prescrit de la 9^{ème} année de l'enseignement base nécessite la définition des tâches réalisées par les élèves, des références et des visées de ces tâches. Ainsi, pour les programmes officiels de sciences naturelles analysés, l'enseignement expérimental de la digestion préconisé pour la 9^{ème} année de base consiste en l'hydrolyse de l'amidon par la salive. Dans ces pratiques :

- Les tâches sont loin d'être précisées.
- L'analyse chimique In vitro semble constituer la référence principale.
- Alors que les visées éducatives diffèrent entre les recommandations générales et les objectifs spécifiques. En effet, au niveau des recommandations générales, nous avons détecté différentes fonctions : notionnelles, éducatives et pédagogiques. Ces fonctions se trouvent réduites au notionnelles au niveau des objectifs spécifiques à l'enseignement expérimental de la digestion.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du curriculum prescrit de la 9^{ème} année de base, nous fournit les résultats suivants :



2. Analyse du curriculum potentiel

Nous rappelons que par curriculum potentiel, nous désignons les différentes possibilités de réalisations des contenus des instructions officielles. Et que dans le cas de notre recherche, afin de dégager les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum potentiel, nous avons choisi d'analyser les guides (ou documents) méthodologiques à l'usage des enseignants ainsi que les manuels scolaire de sciences naturelles.

2.1. Guide méthodologique :

a. présentation du guide méthodologique :

Vu qu'au collège, la digestion est enseignée en 9^{ème} année de base, nos analyses ont porté sur le guide méthodologique de sciences naturelles destiné à ce niveau scolaire: Sciences Naturelles – document méthodologique pour la 9^{ème} année de l'enseignement de base – Code 505 901, CNP » (Annexe C3). Il s'agit d'un document méthodologique actuellement opératoire. Ce guide a été édité en langue arabe par le Centre National Pédagogique (CNP) sous le code : 505 901. Il a été conçu par la direction des programmes du ministère de l'éducation pour être un outil de travail à l'usage des enseignants de sciences naturelles exerçant en 9^{ème} année de base. L'objectif de ce document est d'aider ces enseignants dans la conception et la conduite de leurs séances, que ce soit de cours ou de travaux pratiques.

Le survol de ce document permet de montrer que l'enseignement expérimental de la digestion s'étale sur deux séances de travaux pratiques. Ces deux séances introduisent l'enseignement de la digestion en 9^{ème} année de base. Il s'agit de « Travaux pratiques 5 » et « Travaux pratiques 6 ». Nos analyses porteront ainsi sur ces deux séances.

Séance de «Travaux pratiques 5» :

Cette séance est intitulée « la digestion expérimentale ». Elle s'étale sur trois pages : (Annexe C3 p31-33).

Dans la première page (p31), se trouvent exposés les objectifs de ces travaux pratiques. Il s'agit d'objectif de «savoir» : rôle de la salive dans la digestion de l'empois d'amidon et de la notion du suc digestif. Et des Objectifs de «savoir-faire» : « l'élève doit être capable de raisonner scientifiquement pour réaliser des expériences de digestion de l'amidon in vitro et analyser ses résultats...».

Les auteurs de ce document présentent, à la fin, les outils et les instruments nécessaires à la réalisation de ces travaux pratiques (la digestion expérimentale) qui se trouvent signalés. Dans cette liste, nous trouvons les tubes à essai, le thermomètre, la liqueur de Fehling, l'empois d'amidon, etc. Ces instruments annoncent la réalisation d'expériences de digestion artificielle de l'amidon au cours de cette séance de travaux pratiques.

Dans les deux pages restantes (p32 et p33), les concepteurs de ce guide présentent aux enseignants la façon de progresser au cours de cette séance de travaux pratiques.

Pour se faire :

- Ils commencent par exposer le «*problème scientifique*» traité au cours de ces travaux pratiques, sous forme de questions : « on remarque que la majorité des aliments mangés que ce soient solides ou liquides, changent et se transforment, à l'intérieur du corps, comment s'effectue donc le phénomène de la digestion ? ».
- Ils proposent ensuite, afin de répondre à cette question, un ensemble d'activités qui sont au nombre de trois. Ces activités sont censées aider les enseignants à progresser dans leurs séances :
 - La première consiste à mâcher un morceau de pain jusqu'à l'apparition du goût sucré et à en demander ensuite l'origine. Cependant, ce guide reste assez implicite quant à la forme que cette activité doit prendre réellement. En effet, le verbe employé est à l'infinitif, ce qui ne fournit aucune précision quant aux tâches respectives de l'enseignant et de ses élèves dans cette activité. Plusieurs formes d'une telle pratique expérimentale semblent ainsi être envisageables et face aux quelles ce guide reste sans réponse. En effet, s'agit-il d'une activité expérimentale à réaliser par les élèves ou s'agit-il simplement d'une expérience à évoquer par l'enseignant ? Ce manque de précisions rend la caractérisation de la forme de cette pratique difficile.
 - La deuxième activité vise à identifier l'origine du goût sucré. Il s'agit de réaliser une expérience de digestion expérimentale de l'empois d'amidon par la salive. Ici, les auteurs de ce guide présentent la question traitée, donnent l'hypothèse, exposent le protocole expérimental, donnent les résultats et présentent les conclusions. Nous pensons donc que ces pratiques s'inscrivent dans une logique de illustration de phénomène de la digestion, bien que telles qu'elles sont annoncées par ce guide, ces pratiques semblent partir d'un problème avec une démarche expérimentale préconisée de type "PHERC". En effet, ce problème est fourni par le guide sans aucune indication sur l'importance d'impliquer l'élève dans sa construction. Par ailleurs, là aussi (à part les colonnes relatives aux résultats et à la conclusion, où s'est mentionné que c'est à l'élève de les remplir), ce guide reste assez réservé quant à la forme réelle que ces activités doivent prendre. En effet, les tâches respectives de l'enseignant et de l'élève sont loin d'être précisées.
 - La troisième activité consiste à schématiser les résultats des expériences réalisées dans la deuxième activité qui portent sur la digestion expérimentale de l'amidon par la salive.

- Les auteurs de ce guide finissent par présenter la conclusion de cette séance. Cette conclusion porte sur l'hydrolyse de l'amidon (sucre composé) en maltose (sucre simple) grâce à une substance active que la salive contient.

Séance de «Travaux pratiques 6» :

Cette séance porte sur « l'appareil digestif chez l'homme et le rôle des sucs digestifs ». Elle s'étale sur six pages (Annexe C3, p34 – p39). L'analyse de cette séance, montre la présence des mêmes parties signalées au niveau de la séance consacrée aux travaux pratiques 5. En effet, dans la première page (p34) les auteurs de ce guide commencent par exposer les objectifs de ces travaux pratiques (TP6). Ces objectifs demeurent de deux types : Objectifs de «savoir» et Objectifs de « savoir faire »

Les concepteurs de ce guide présentent, ensuite, les outils et les instruments nécessaires à la réalisation de ces travaux pratiques. Nous remarquons que cette liste ne renferme pas de matériels ou d'instruments témoignant de la réalisation d'une activité expérimentale au cours de ces travaux pratiques. Ce qui semble renforcer notre réflexion avancée suite à l'analyse des objectifs de «savoir-faire» et selon laquelle les élèves n'auront pas à manipuler dans cette séance. Ainsi, les activités expérimentales proposées au cours des travaux pratiques 6 semblent prendre plutôt la forme d'expériences évoquées.

Nous trouvons, enfin, la partie consacrée aux connaissances supposées acquises par les élèves. Il s'agit de notions liées à la digestion, telles que la digestion expérimentale, rôle de la salive dans l'hydrolyse de l'amidon, etc.

Dans les pages restantes (p35-39), les concepteurs de ce guide présentent aux enseignants les questions qui doivent être traitées dans la séance des travaux pratiques 6 et les activités à réaliser afin de répondre à ces interrogations.

- En ce qui concerne le problème à traiter dans cette séance, ces auteurs semblent partir de la conclusion des travaux pratiques 5 pour poser les questions relatives au TP6 : « nous avons vu dans la séance précédente que la digestion de l'amidon commence dans la bouche et que l'amidon est transformé en maltose sous l'action du suc digestif sécrété par les glandes salivaires. Comment la digestion de l'amidon va-t-elle continuer tout au long du tube digestif et comment la digestion des autres aliments s'effectue-t-elle ? ».
- Pour les activités, ce guide propose quatre activités afin d'aider les enseignants à progresser vers les objectifs fixés au départ :

- La première activité invite les enseignants à expliquer aux élèves le schéma de l'appareil digestif chez l'Homme. A la fin de cette activité, les élèves censés connaître les différentes parties du tube digestif (bouche, œsophage, estomac, etc.) ainsi que les glandes digestives (glandes salivaires, pancréas, etc.), sont invités à compléter le document 1. Il s'agit d'un document fourni par ce guide (p37) et présentant le schéma de l'appareil digestif que les élèves doivent légender.
- La deuxième activité consiste à analyser le tableau fourni par le guide à la page 35. Ce tableau illustre les différentes compositions d'un ensemble d'aliments (eau, amidon, protides, glucose) avant et après leurs passages par l'estomac. Cette activité porte donc, sur la digestion au niveau de l'estomac. Les enseignants doivent inviter ainsi les élèves à se référer à ce tableau et à comparer les différentes compositions de ces aliments. Et ceci, afin d'aboutir à la conclusion suivante : « l'estomac secrète des sucs qui transforment les protides en peptides ».
- La troisième activité vise à identifier l'origine du suc gastrique. Pour cela, les concepteurs de ce guide invitent à analyser l'expérience de Spallanzani fournie par le manuel scolaire en page 54. Cependant, nous remarquons que, là aussi, le verbe employé à l'infinitif ne permet pas de caractériser l'auteur de cette tâche : « Analyser l'expérience de Spallanzani (manuel scolaire page 54) ». Par ailleurs, au cours de cette activité, l'élève est censé connaître les contractions musculaires de la membrane de l'estomac qui permettent de mélanger les aliments avec les sucs gastriques. Pour cela, les concepteurs de ce guide suggèrent la visualisation d'un film vidéo sur ce phénomène. Ensuite, en se basant sur deux documents (document 2 et document 3) fournis par le guide, ces auteurs invitent les enseignants à demander aux élèves de compléter un tableau (p36) à trois colonnes intitulées de droite à gauche : « les sucs digestifs », « l'organe sécréteur », « les transformations que les aliments subissent ». Les sucs concernés par ce tableau sont : le suc gastrique, le suc pancréatique et le suc intestinal. En ce qui concerne le document 2 (p38), il s'agit d'un schéma qui présente l'appareil digestif, les glandes digestives ainsi que les sucs correspondants. Ce schéma signale également les aliments digérés dans la bouche ainsi que ceux transformés dans l'estomac. Quant au document 3 (p39), il présente la combinaison d'un tableau et d'un schéma. Ce dernier montre les différents sucs digestifs sécrétés tout au long du tube digestif. Quant au tableau, il présente les différents aliments (glucides, lipides, protides, etc.) sur lesquels ces différents sucs digestifs agissent. Ainsi, le document 3 lie d'une part, les glandes digestives aux sucs

correspondants, et d'autre part, Ces sucs aux aliments sur lesquels ils agissent. Ce document présente ainsi la digestion de chaque aliment tout au long du tube digestif. Il s'avère donc complémentaire au document 2. Tous les deux conçus par les auteurs de ce guide et destinés aux enseignants afin de les aider à expliquer aux élèves les différents sucs digestifs, les organes qui les secrètent et leurs rôles respectifs. Toutefois, ce guide signale le fait que ces documents doivent rester à l'usage unique des enseignants et ne doivent pas, par conséquent, être fournis aux élèves.

- La quatrième activité s'avère la dernière dans la séance de travaux pratiques 6. Cette activité se base également sur le document 3 (p39) déjà mobilisé dans l'activité précédente. Ici, il s'agit d'analyser ce document afin de montrer les principales phases de la digestion et les différents nutriments trouvés à la fin de la digestion. Là aussi, les verbes employés sont à l'infinitif et ne permettent pas d'identifier leurs sujets : « analyser le document N°3 afin de dégager les principales phases de la digestion... »
- A la fin de la partie consacrée aux travaux pratiques 6, les auteurs de ce guide présentent la conclusion de cette séance. Il s'agit de mettre le point sur les différentes parties de l'appareil digestif, les transformations chimiques et mécaniques que les aliments subissent au cours de leurs transits par le tube digestif, etc.

b. Analyse des formes et des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse du guide méthodologique à l'usage des enseignants de sciences naturelles exerçant en 9^{ème} année de bas nous permet de remarquer ce qui suit :

- L'enseignement expérimental de la digestion s'inscrit dans le cadre de travaux pratiques qui s'étalent sur deux séances « travaux pratiques 5 » et « travaux pratiques 6 ».
- Ce sont ces deux séances de travaux pratiques sur la digestion qui introduisent l'enseignement de ce phénomène physiologique. Ce qui permet de dire que l'enseignement expérimental de la digestion semble également être valorisé par les auteurs de ce guide. Cependant, nous signalons l'absence de toute forme d'évaluation de cet enseignement. En effet, aucun passage invitant les enseignants à évaluer les pratiques expérimentales liées à la digestion, n'a été détecté ce qui confère à ce guide une certaine incohérence interne. Ce guide semble, par conséquent, rejoindre les programmes officiels analysés.

- De multiples activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion semblent être proposées par ce guide. En effet, nous trouvons des expériences qui consistent à mâcher le pain jusqu'à l'apparition du goût sucré, à lire et analyser un tableau de données afin de répondre à des questions, à réaliser une digestion artificielle de l'empois d'amidon par la salive, à analyser une expérience historique relative à la digestion (expérience de Spallanzani). Cette diversité de pratiques expérimentales proposées par le guide, lui confère une certaine richesse par rapport aux programmes officiels quant aux pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion.

- Ces pratiques sont susceptibles de prendre différentes formes : analyse chimique *In vitro* (digestion expérimentale de l'amidon), expérience historique évoquée, exercice, manipulation, un projet de travaux pratique, démonstration faite par l'enseignant, etc. Cependant, malgré les précisions que ce guide fournit, par rapport aux programmes officiels, quant à l'enseignement expérimental de la digestion, ces précisions restent assez limitées et incomplètes, ne permettant pas, ainsi, de caractériser les formes de ces pratiques. En effet, les verbes d'action sont généralement employés à l'infinitif et ne permettent pas de définir leurs sujets et par conséquent les tâches respectives des enseignants et de leurs élèves : «mettre les tubes durant 20 minutes dans un bain marie à une température de 37°C » (Annexe C3, p33).

- Bien que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont annoncées par ce guide, semblent partir de questions et de problèmes scientifiques, nous pensons que ces pratiques s'inscrivent dans une logique d'illustration et de mise en évidence de la digestion chimique. En effet, pour les deux séances de travaux pratiques, le problème scientifique est proposé par les auteurs du guide, et ceci, sans aucune indication invitant l'enseignant à impliquer ses élèves dans la construction de ce problème.

- Les concepteurs de ce guide semblent accorder à l'enseignement expérimental de la digestion différentes fonctions. En effet, l'analyse des objectifs relatifs aux séances de travaux pratiques 5 et 6, nous a permis de caractériser des fonctions notionnelles : «...comprendre le rôle de la salive dans la digestion de l'empois d'amidon, la notion du suc digestif » (Annexe C3, p31) et des fonctions éducatives (liées à l'acquisition de savoir-faire relatifs aux pratiques expérimentales en biologie et au développement du raisonnement scientifique). Ainsi ce guide semble rejoindre les recommandations générales des programmes officiels de l'enseignement des sciences

naturelles en 9^{ème} année de base.

<p>Bilan :</p> <p>Pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées : mâcher du pain, l'hydrolyse de l'amidon, expérience historique de Spallanzani, etc.</p> <p>Formes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Travaux Pratiques (TP5) ▪ Analyse chimique In vitro ▪ Expériences historiques évoquées, manipulation ▪ Forme annoncée : d'investigation avec une démarche expérimentale de type PHERC (Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats et Conclusion). ▪ Formes réelles : expériences évoquées et manipulations. <p>Fonctions :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions notionnelles et fonctions éducatives <p>Incohérences internes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, et absence de forme d'évaluation de cet enseignement d'autre part.
--

c. Analyse des corrélations entre formes et fonctions :

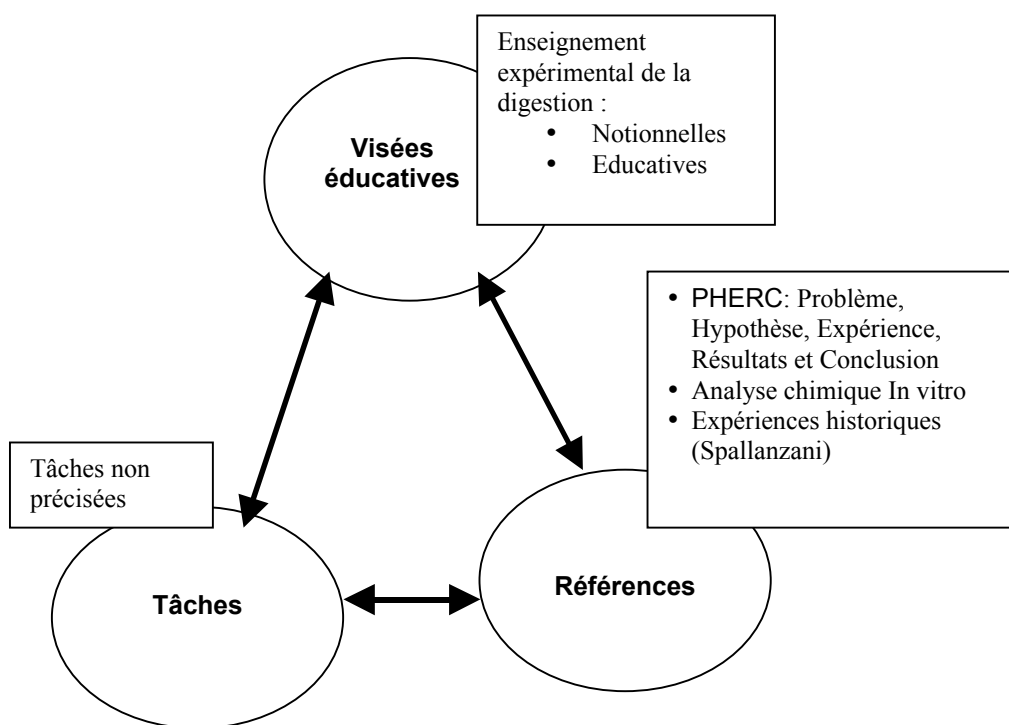
L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau du guide méthodologique de 9^{ème} année de base, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive ▪ Mâcher du pain jusqu'au changement du goût. ▪ Expérience historique de Spallanzani 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante ▪ Forme annoncée : investigation expérimentale ▪ Forme réelle : expériences évoquées et manipulations. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions notionnelles. ▪ Fonctions éducatives. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

- L'application du schéma de Lebeaume au niveau du guide méthodologique destiné aux enseignants de sciences naturelles exerçant en 9^{ème} année de base, nécessite la définition, dans l'enseignement expérimental de la digestion, des tâches, des visées et de la référence. En 9^{ème} année de base, les activités expérimentales liées à la digestion

consistent en l'hydrolyse de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire, à mâcher du pain jusqu'au changement du goût, à analyser des données, à analyser une expérience historique de Spallanzani. Cependant, le guide reste assez implicite quant aux tâches des élèves et de leurs enseignants dans ces activités. Les visées de ces pratiques s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif. Ces activités expérimentales présentent différentes références : une démarche expérimentale annoncée de type PHERC (Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats et Conclusion), analyse chimique In vitro et également les expériences historiques de Spallanzani.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du guide méthodologique de la 9^{ème} année de base, nous fournit les résultats suivants :



2.2. Manuel scolaire : "les fonctions de nutrition chez l'homme »

Tout d'abord, nous rappelons que le manuel scolaire analysé est celui actuellement opératoire en 9^{ème} année de l'enseignement de base tunisien et dont la référence est : « sciences naturelles, 9^{ème} année de base, CNP, Tunis » (Annexe, C2). Ce manuel a été conçu par cinq auteurs (des enseignants et des inspecteurs des sciences naturelles). Il s'agit d'une une forme d'interprétation des contenus des programmes

officiels. Par conséquent, il devrait être en conformité avec ces instructions. Il est utilisé dans le système éducatif comme un relais entre les contenus des programmes officiels et les élèves. Il propose ainsi une forme de «savoir enseigné». Il traduit ainsi le curriculum potentiel.

Pour analyser le manuel scolaire, nous avons procédé pareil que pour les programmes officiels et le guide méthodologique. En effet, notre méthodologie demeure toujours basée sur une analyse de contenu. Au cours de laquelle, nous avons essayé de dégager les pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion, les formes que ces pratiques prennent ainsi que les fonctions que les concepteurs de manuel scolaire leurs accordent. Pour cela, nous avons essayé de dégager les tâches respectives de l'enseignant et de l'élève dans ces pratiques, le lieu où ces pratiques sont censées être réalisées (salle de classe ordinaire ou laboratoire), les modalités pédagogiques et didactiques à mettre en place pour l'enseignement expérimental de la digestion, les verbes d'action qui accompagnent cet enseignement, etc. Bref, nous sommes intéressés à toutes les informations susceptibles de nous aider à caractériser les formes de ces pratiques et les fonctions qu'elles remplissent.

a. Présentation du manuel scolaire :

L'analyse de ce manuel, montre que la digestion se trouve enseignée dans le cadre du chapitre « les fonctions de la nutrition chez l'homme ». Ce chapitre s'étend sur 24 pages (Annexe C2, p41 - p64) et se trouve conçu autour des trois rubriques suivantes :

1. «cherchons» : dans cette rubrique, les concepteurs de ce manuel introduisent par image, questions et textes, les différentes notions à traiter dans ce chapitre. Ces notions semblent porter sur «la digestion chimique». En effet, parmi les questions posées, nous trouvons : «quelles sont les transformations que subit le pain dans la bouche ?», «est-ce que la digestion est exclusivement une transformation mécanique des aliments ? ». Pour répondre à cette question, les auteurs proposent l'expérience de Réaumur qui consiste à mettre un morceau de viande dans un tube métallique contenant des trous et à introduire ce tube dans l'estomac d'un oiseau rapace. Les résultats de cette expérience se trouvent également signalés.
2. « comprenons » : cette rubrique est consacrée à l'étude, l'analyse et l'explication des notions fixées dans la rubrique précédente. Pour se faire, les auteurs de ce manuel commencent par exposer une expérience qui consiste à mâcher un morceau de pain jusqu'au changement de son goût. Le verbe utilisé dans cette activité est

employé à l'impératif : « met un morceau de pain dans ta bouche ». Bien que les concepteurs restent assez implicites quant aux acteurs de cette activité expérimentale, nous pensons que cette pratique est destinée aux élèves. En effet, ces auteurs mentionnent, dans l'avant-propos de ce manuel (annexe C2, p5), que ce document est destiné aux élèves.

Après avoir expliqué la notion de digestion expérimentale et comment préparer l'empois d'amidon, les auteurs de ce manuel proposent des expériences relatives à « la digestion artificielle de l'empois d'amidon ». Le protocole expérimental est exposé sous forme de tableau (p43), ainsi que les résultats et la conclusion. Ce sont les différentes parties du tube digestif ainsi que les rôles des sucs digestifs qui se trouvent, ensuite, expliqués par ce manuel.

En ce qui concerne le tube digestif, ce manuel présente une photo de l'appareil digestif chez un lapin disséqué avec un schéma légendé de cet appareil et également un schéma légendé de l'appareil digestif chez l'Homme. Par la suite, les concepteurs de ce manuel demandent aux élèves d'observer l'appareil digestif chez le lapin, d'identifier ses différentes parties et de le comparer avec celui de l'homme. Les concepteurs de ce manuel font, à la fin de cette partie, le point sur les différentes parties de l'appareil digestif (tube digestif et glandes digestives).

Pour les sucs digestifs, ce manuel expose l'expérience de Spallanzani qui consiste à récupérer le suc gastrique de certains oiseaux et à l'utiliser dans la digestion expérimentale de la viande et des graines. Là aussi, le manuel présente le protocole expérimental suivi par Spallanzani (pour récupérer le suc gastrique et pour réaliser la digestion expérimentale de la viande et des graines), les résultats trouvés ainsi que la conclusion. Le manuel finit par donner la définition des glandes digestives et les sucs digestifs.

Les parties restantes de la rubrique « comprenons » s'intéressent aux différentes phases de la digestion, à l'absorption, à la composition des aliments et à l'équilibre alimentaire.

3. « testons nos acquis » : cette dernière rubrique renferme un ensemble d'exercices portant sur les notions étudiées, afin d'aider les élèves à évaluer leurs acquis. L'analyse de cette rubrique montre que le 6^{ème} exercice proposé par les concepteurs de ce manuel, porte sur la digestion expérimentale de l'amidon. Ici, les élèves se trouvent invités à analyser et interpréter un ensemble de résultats en faisant référence à leurs

connaissances sur la digestion de l'amidon, au résultat de cette hydrolyse et à l'articulation entre la digestion et l'absorption.

Une autre forme de pratique expérimentale est ainsi détectée. En effet, les expériences liées à la digestion semblent prendre, ici, la forme d'exercice. Cependant, nous remarquons que seules les notions et les connaissances théoriques liées à la digestion se trouvent évaluées, chez ces élèves. Aucune forme d'évaluation de savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales sur la digestion n'a été détectée.

b. Analyse des formes et des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse du manuel scolaire de sciences naturelles, destiné aux élèves tunisiens de 9^{ème} année de base, nous a permis d'avancer les remarques suivantes :

→ Différentes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion se trouvent proposées dans ce manuel scolaire :

- Expérience historique de Réaumur (expérience évoquée afin d'introduire la notion de digestion chimique).
- Expérience qui consiste à mâcher le pain jusqu'au changement du goût (se demander quant à l'origine du goût sucré et justifier la réalisation de la digestion expérimentale).
- Expérience de l'hydrolyse de l'amidon par la salive.
- Expérience historique de Spallanzani (expérience évoquée et analysée afin d'étudier le rôle du suc gastrique).

→ Ce manuel semble ainsi rejoindre le guide méthodologique quant à la diversité des pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion.

→ Ces expériences introduisent l'enseignement des notions relatives à la digestion. Ce qui montre que l'enseignement expérimental de la digestion se trouve valorisé par les auteurs de ce manuel. Cependant, aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'a été détectée, d'où une certaine incohérence interne.

- Ces expériences semblent prendre différentes formes : expériences réalisées par les élèves (expériences du pain), projet de travaux pratiques (la digestion expérimentale de l'amidon par la salive), expériences historiques évoquées et analysées (expérience de Réaumur et celle de Spallanzani), exercice (le 6^{ème} exercice proposé dans la rubrique « testons nos acquis »). Nous avons ainsi détecté des formes d'expériences évoquées et des expériences sous forme de manipulation.

- Malgré cette diversité, nous remarquons que ces expériences s'inscrivent dans une logique d'illustration et de mise en évidence de l'hydrolyse de l'amidon.
- Bien que, la démarche expérimentale proposée (de type OPERIC : Observation, Problème, Expérience, Résultats, Interprétation et Conclusion), annonce des pratiques expérimentales d'investigation, ces activités sont loin de présenter aux élèves une occasion pour poser des problèmes et concevoir des expériences pour les résoudre, c'est-à-dire de pratiquer une véritable investigation expérimentale. En effet, dans cette démarche, le problème est posé sans implication de l'élève, l'émission des hypothèses n'est pas envisagée, et les protocoles expérimentaux ainsi que les résultats et les conclusions sont fournis aux élèves. Bref, il s'agit de ce que Darley désigne d'un « faux problème ». Ainsi, le manuel représente une simple exposition des connaissances scientifiques relatives à la digestion chimique illustrées par des expériences de différentes formes.
- Etant en cohérence avec sa logique d'exposition de notions liées à la digestion, le manuel n'offre pas aux élèves l'occasion de construire un problème et de mettre en œuvre leurs propres expériences pour traiter le problème qu'ils auraient proposé..
- En gommant la réflexion théorique à divers niveaux des pratiques expérimentales proposées, telle que la construction du problème scientifique du départ, l'émission des hypothèses, la proposition des expérimentations et la conception d'expériences permettant de vérifier ou de tester des hypothèses, la conception et la proposition de protocoles expérimentaux permettant de tester ces hypothèses, le manuel réduit les fonctions que ces pratiques pourraient remplir à l'illustration de la digestion chimique. En effet, seules des fonctions notionnelles ont été détectées. Cependant, certaines fonctions éducatives liées à l'acquisition de savoir-faire relatif à la manipulation en biologie, ont été détectées. En effet, dans certaines activités, l'élève se trouve invité à mettre « la main à la pâte ».

Bilan :

→ Pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées :

- Expérience historique de Réaumur (expérience évoquée afin d'introduire la notion de digestion chimique).
- Expérience qui consiste à mâcher le pain jusqu'au changement du goût
- Expérience de l'hydrolyse de l'amidon par la salive.
- Expérience historique de Spallanzani

→ Formes :

- Analyse chimique In vitro
- Expériences évoquées et manipulations
- Forme annoncée d'investigation avec une démarche expérimentale de type OPERIC.
- Forme réelle de mise en évidence de notions liées à la digestion chimique.

→ Fonctions :

- Fonctions notionnelles et fonctions éducatives

→ Incohérences internes :

- Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, et absence de forme d'évaluation de cet enseignement d'autre part.

→ Cohérences internes :

- Le guide, comme le manuel, propose une diversité de pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion
- Le guide comme le manuel annonce des pratiques d'investigation.
- Ces pratiques s'inscrivent en réalité dans une logique d'illustration du phénomène de la digestion chimique.
- L'analyse chimique In vitro s'avère la forme dominante des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion aussi bien dans le manuel scolaire que dans le guide méthodologique.

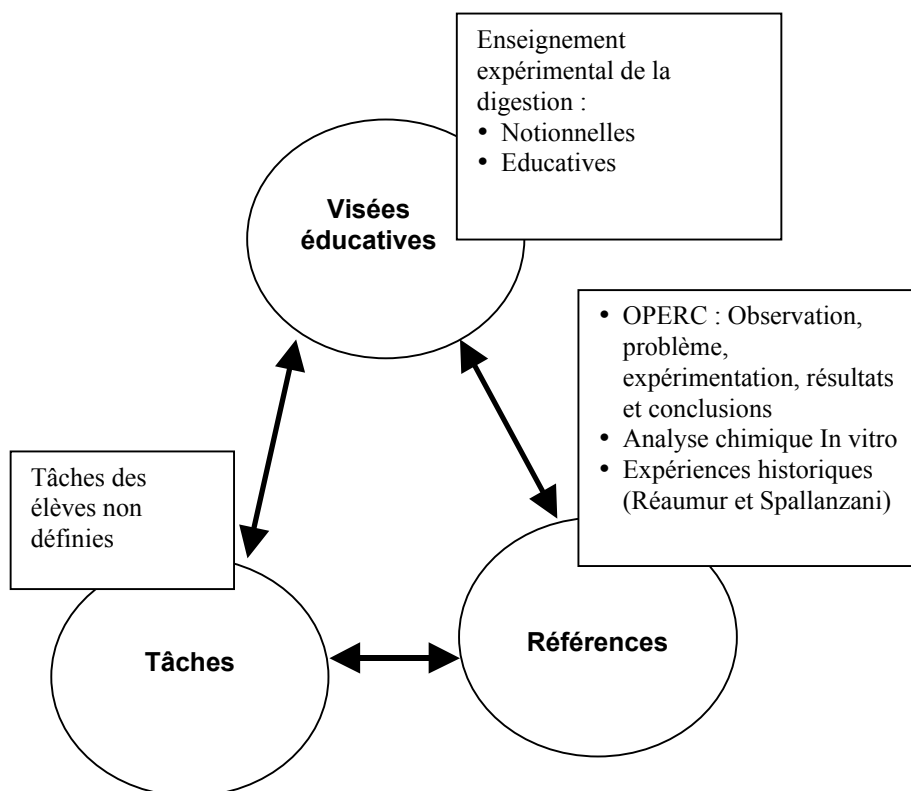
c. Analyse des corrélations entre formes et fonctions des pratiques expérimentales en biologie :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau du manuel scolaire de 9^{ème} année de base nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive ▪ Mâcher du pain jusqu'au changement du goût. ▪ Expérience historique de Spallanzani ▪ Expérience historique de Réaumur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante ▪ Forme annoncée : investigation avec une démarche expérimentale de type OPERIC (Observation, Problème, Expérience, Résultats, Interprétation et Conclusion) ▪ Forme réelle : expériences évoquées et manipulation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions notionnelles. ▪ Fonctions éducatives. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

- L'application du schéma de Lebeaume au niveau du manuel scolaire de sciences naturelles destiné aux élèves de 9^{ème} année de base, nécessite la définition, dans l'enseignement expérimental de la digestion, des tâches, des visées et de la référence. En 9^{ème} année de base, les activités expérimentales liées à la digestion, dans le manuel scolaire, consistent en l'hydrolyse de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire, à mâcher du pain jusqu'au changement du goût, à analyser des expériences historiques de Spallanzani et de Réaumur. Cependant, bien que les tâches soient explicites, ce manuel reste assez implicite quant aux auteurs de ces tâches. Par conséquent le schéma de Lebeaume demeure incomplet du fait que les tâches des élèves restent non précisées. Par ailleurs, les visées de ces pratiques s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif. Ces activités expérimentales présentent différentes références : une démarche expérimentale annoncée de type OPERC (Observation, Problème, Expérience, Résultats et Conclusion), analyse chimique In vitro et également les expériences historiques de Spallanzani et de Réaumur.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du manuel scolaire de la 9^{ème} année de base, nous fournit les résultats suivants :



3. Analyse du curriculum réel

Nous rappelons que par curriculum réel nous désignons ce qui se passe réellement en classe, au cours d'une séquence réelle d'enseignement expérimental de la digestion. Et ceci, en tenant compte des différents composants, à savoir l'enseignant, les élèves, le technicien du labo, les pratiques expérimentales proposées, etc. A travers cette analyse, nous allons essayer de caractériser les formes réelles que prend l'enseignement expérimental de la digestion et les fonctions qu'il remplit au niveau de la 9^{ème} année de l'enseignement de base tunisien. Pour cela, nous avons en totalité, étudié trois classes de 9^{ème} année de base : CI1, CI2 et CI3. Ces classes appartiennent à différentes régions de la Tunisie : CI1 est une classe d'un collège qui se trouve à la ville de Sfax, CI2 appartient à un collège de Menzel Chaker (gouvernorat de Sfax) et CI3 est une classe de la région de Sidi Bouzid. Pour chaque classe,

- Nous avons commencé par enregistrer (enregistrement audio vidéo) et observer des séquences d'enseignement expérimental de la digestion.

▪ Nous avons ensuite interrogé les enseignants de sciences naturelles des classes préalablement observées, soit Pr1 exerçant en CI1, Pr2 de CI2 et Pr3 exerçant en CI3. Ces enseignants étaient invités à décrire comment ils ont mené l'enseignement expérimental de la digestion et s'expliquer sur les rôles que cet enseignement peut jouer. Pour cela, nous leurs avons demandé de répondre à certaines questions sur ces pratiques expérimentales (voir annexe C4). Comme exemples de questions posées nous pouvons citer ce qui suit : Qu'est-ce que vous avez fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ? selon vous, quels rôles peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?

▪ Et nous avons, enfin, interviewé des collégiens. En totalité, 14 collégiens (C1-C14) ont été interviewés. Ces apprenants appartiennent aux trois classes préalablement observées (CI1, CI2 et CI3) et se répartissent comme suit : CI1 : C1-C5 ; CI2 : C6-C10 et CI3 : C11-C14

Ces collégiens étaient invités à décrire l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans leurs classes et à expliquer ce qu'ils ont retenu, compris et appris de cet enseignement. Pour cela, nous avons demandé à ces collégiens de répondre à un ensemble de questions dont les plus importantes étaient les suivantes :

- Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ?
- Qu'est ce que tu as retenu, compris et appris des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ?

3.1. En ce qui concerne CI1 :

a. Observation de séquences d'enseignement expérimental de la digestion :

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion a commencé par une activité expérimentale consistant à mâcher un morceau de pain jusqu'au changement du goût et apparition du goût sucré. Cette activité a été réalisée par trois élèves avec un degré de directivité assez importante, de l'enseignant. Une telle pratique a servi d'introduction aux expériences de digestion artificielle de l'amidon par la salive. Cette hydrolyse a été réalisée par l'enseignant. Les élèves étaient invités à observer, analyser, comparer et conclure.

Ainsi, au niveau de CI1, l'enseignement expérimental de la digestion semble prendre les formes suivantes : expérience réalisée par quelques élèves et démonstration faite par l'enseignant. Par ailleurs, cet enseignement semble remplir, en premier ordre, des fonctions notionnelles. En effet, la logique dominante de ces pratiques s'avère

d'illustration et de mise en évidence de la digestion chimique. Nous avons également détecté des fonctions éducatives. En effet, au cours de la démonstration faite par l'enseignant, les élèves étaient invités à observer, à comparer et à interpréter ce qui pourrait contribuer à développer, chez ces apprenants, le raisonnement scientifique ainsi qu'une méthode de travail. .

Bilan :

- **Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées en C11 :**
 - Expérience qui consiste à mâcher du pain jusqu'à l'apparition du goût sucré.
 - Digestion artificielle de l'amidon par la salive
- **Formes :**
 - Analyse chimique In vitro
 - Manipulation réalisée par l'enseignant sous forme de démonstration.
 - Expérience réalisée par les élèves
- **Fonctions :**
 - Fonctions notionnelles et fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.

b. Entretien avec Pr1 :

En ce qui concerne Pr1, cet enseignant a décrit les pratiques expérimentales sur la digestion telles qu'il les a conduites au cours de la dernière séance d'enseignement expérimental de la digestion. En effet, Pr1 a signalé que *"la dernière séquence d'enseignement de la digestion...elle était sur les fonctions de nutrition chez l'homme...c'était un TP sur la digestion expérimentale de l'empois d'amidon par la salive...j'ai commencé par demander à trois élèves de mâcher longtemps le pain...jusqu'à ce qu'ils aperçoivent le changement du goût...et l'apparition du goût sucré...après je leur demande de décrire ça à leurs camarades...ce qui permet de poser la question qui est l'objectif de la séance : quel est l'origine du goût sucré ? Une fois les élèves arrivent à donner l'hypothèse qui consiste à dire que l'empois d'amidon s'est transformé en sucre suite à l'action de la salive...je passe à la deuxième expérience qui consiste à réaliser l'expérience de digestion de l'empois d'amidon avec la salive...il s'agit de la même expérience qui existe dans le manuel"*.

Afin d'obtenir plus de détails quant aux formes que ces pratiques ont pris réellement, nous avons posé à Pr1 la question suivante : « *Qui est ce qui a proposé la question de cette séance, a émis l'hypothèse et a réalisé l'expérience de la digestion de l'amidon par la salive ?* ». Là aussi, les propos de Pr1 étaient conformes à nos observations. En

effet, cet enseignant avoue que : « *comme vous avez vu, c'était moi qui a proposé la question ainsi que l'hypothèse aux élèves mais je les ai bien expliquées pour montrer aux élèves la nécessité de réaliser l'expérience de l'amidon... j'ai choisi de réaliser aussi cette expérience ...par manque de temps et par manque de matériels...pour cela je fais chaque fois moi-même l'expérience devant les élèves* ».

Par ailleurs, Pr1 accorde à ces fonctions différents rôles : "Je pense que ces pratiques expérimentales... peuvent avoir différents rôles... ». Ainsi, ces pratiques «...aident les élèves à comprendre...parce qu'elles simplifient et facilitent l'information...elles rapprochent les élèves des notions du cours...ces expériences permettent d'apprendre aux élèves à comparer...à réfléchir...à tirer des conclusions ». Des fonctions notionnelles et des fonctions éducatives se trouvent ainsi détectées dans le discours de Pr1.

Bilan :

- Une conformité entre nos observations et les déclarations de Pr1 quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Pr1 annonce une forme d'investigation avec une démarche de type OQHERIC : Observation, Question, Hypothèse, expérimentation, résultats, interprétation et conclusion.
- Pr1 avoue qu'il s'est chargé de la formulation de la question, de l'émission de l'hypothèse et de la réalisation de l'expérimentation. Ce qui rend ces pratiques loin d'offrir aux élèves une occasion d'investigation.
- Cet enseignant semble accorder à cet enseignement des fonctions notionnelles ainsi que des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.

c. Entretien avec les collégiens de C11:

L'analyse des discours des collégiens de C11 (C1-C5) révèle une certaine compatibilité entre leurs propos sur les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ont pris dans leur classes et ce que nous avons détecté lors de nos observations. En effet, ces collégiens décrivent ces expériences telles qu'elles leurs ont été proposées. Ils avouent que deux activités expérimentales leurs ont été proposés dans l'enseignement de la digestion. La première consiste à mâcher du pain jusqu'au changement du goût et apparition du goût sucré. Cette expérience a été réalisée par trois élèves. La deuxième activité consiste en la digestion artificielle de l'amidon par la salive. Ces élèves signalent dans leurs discours que cette hydrolyse a été réalisée par leur enseignant.

Exemples de réponses :

C2 : « ...j'ai mâché longtemps un morceau de pain...j'ai remarqué le goût sucré...et c'est Monsieur qui a fait l'expérience de l'amidon.... »

C3 : « ...dans la dernière séquence sur la digestion...j'ai regardé comment Monsieur a réalisé l'expérience de l'amidon...j'ai vu comment l'amidon s'est transformé en sucre... »

Par ailleurs, l'analyse des discours de ces collégiens montre que ces sujets accordent différentes fonctions à l'enseignement expérimental de la digestion. Nous avons ainsi, pu détecter :

- Des fonctions notionnelles : 4 collégiens parmi les 5 interrogés évoquent des fonctions liées à l'apprentissage et la compréhension des notions de la digestion. Il s'agit de C1, C2, C3 et C4.

Exemples de réponses :

C1 : "j'ai appris avec ces expériences...que l'amidon dans la bouche se transforme en sucre...j'ai appris pourquoi il y a apparition du goût sucré quand on mâche le pain"

C4 : "...j'ai appris que la salive transforme l'amidon en maltose...donc quand on mâche le pain on sent un goût sucré »

- Des fonctions éducatives : 2 collégiens sur les 5 interviewés accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions éducatives. Il s'agit de C3 et C5. Pour ces élèves les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ont contribué à développer chez eux la capacité à raisonner scientifiquement.

Exemples de réponses :

C3 : « dans les expériences sur la digestion...j'ai appris que la salive agit sur l'amidon et le transforme en maltose...j'ai appris aussi comment montrer ça par une expérience...comment observer le changement de coloration des tubes à essai...comment arriver à la conclusion que l'amidon est transformé en sucre... »

C5 : "j'ai appris à comparer les tubes à essai... à bien réfléchir pour comprendre que la salive transforme l'amidon en sucre"

Bilan :

- Les collégiens (interviewés) de CI1 décrivent l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans leur classe. D'où une certaine conformité entre nos observations et leurs déclarations quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Ces collégiens semblent accorder à cet enseignement des fonctions notionnelles ainsi que des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.
- Les fonctions notionnelles sont les plus évoquées. En effet, 4 collégiens parmi les 5 interrogés accordent des fonctions notionnelles à l'enseignement expérimental de la digestion alors que 2 collégiens seulement évoquent des fonctions éducatives.

d. Analyse des corrélations entre les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

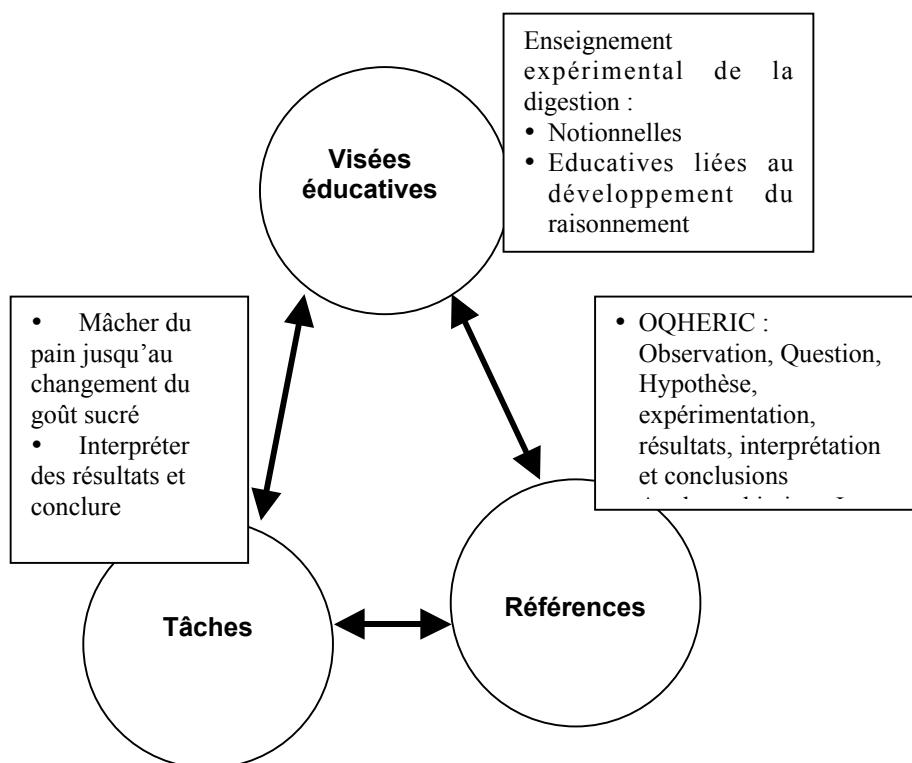
L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans CI1, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none">▪ Mâcher du pain jusqu'au changement du goût.▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive	<ul style="list-style-type: none">▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante.▪ Forme annoncée : d'investigation▪ Forme réelle : Manipulation sous forme de démonstration réalisée par l'enseignant	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions notionnelles.▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions de scientificité▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs, en ce qui concerne CI1, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, nos observations, les déclarations des collégiens ainsi que celles de leur enseignant semblent converger vers les points suivants :

- Les tâches des élèves consistent à mâcher du pain jusqu'au changement du goût, à comparer entre les tubes à essai, à interpréter les résultats et à conclure.

- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CI1, s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif
- La démarche expérimentale de type OQHERIC (Observation, Question, Hypothèse, expérimentation, résultats, interprétation et conclusions) et l'analyse chimique In vitro présentent les références principales dans cet enseignement.



3.2. En ce qui concerne CI2 :

a. Observation de séquences d'enseignement expérimental de la digestion :

Dans CI2, l'enseignement expérimental de la digestion a porté uniquement sur l'hydrolyse de l'empois d'amidon par la salive. Il s'agit d'expériences réalisées par les élèves et leur enseignant, avec un degré de directivité assez important de ce dernier. En effet, les apprenants appliquaient les consignes données par l'enseignant. Ce dernier présentait le protocole expérimental et contrôlait continuellement l'application de «cette recette» par ses élèves. Ici, l'enseignement expérimental semble prendre la forme d'un projet de travaux pratiques. Par ailleurs, différentes fonctions se trouvent assignées à ces pratiques. En effet, nous avons détecté des fonctions notionnelles. Il

s'agit de fonctions les plus remarquées du fait que la logique de mise en évidence et de la digestion chimique s'avère la logique principale dans laquelle s'inscrivent ces expériences. Des fonctions éducatives se trouvent aussi détectées. Ces expériences semblent contribuer, chez ces élèves, au développement de raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs aux manipulations en biologie.

Bilan :

→ **Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées en CI2 :**

- Digestion artificielle de l'amidon par la salive

→ **Formes :**

- Analyse chimique In vitro
- Manipulation réalisée par l'enseignant et ses élèves, avec un degré de directivité assez important de Pr2.

→ **Fonctions :**

- Fonctions notionnelles et fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à la manipulation en biologie.

b. Entretien avec Pr2 :

L'analyse du discours de Pr2 fait révéler une certaine conformité entre, d'une part, sa description de l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans sa séance et d'autre part, les observations de terrain que nous avons faites. En effet, Pr2 décrit l'enseignement expérimental de la digestion comme suit : *"c'est une séance de TP ...ce TP porte sur la digestion expérimentale de l'empois d'amidon par la salive...les élèves ont réalisé cette expérience afin de pouvoir comprendre la transformation que subit l'empois d'amidon sous l'action de la salive..."*. De même que pour Pr1, toujours à la recherche d'informations susceptibles de nous aider à caractériser les formes réelles de ces pratiques et la logique dans laquelle elles s'inscrivent, Pr2 était invité à répondre à la question suivante : « Et si vous nous parlez un peu de cette expérience : comment vos élèves ont procédé pour la réaliser, avaient-ils rencontré des difficultés, comment vous les avez aidé à les surmonter ? etc. ». En réponse à cette question, Pr2 signale le fait qu'il «... *sais que ce n'est pas facile pour mes élèves de mener cette expérience sans difficultés...ils ont beaucoup de difficultés...Ils ne savent pas bien manipuler...je leur projette le protocole expérimental, je l'explique au tableau...ils l'ont sur leur livre...malgré ça...ils commettent toujours des fautes de manipulation...ils oublient facilement une étape et toute l'expérience est ratée à la fin...Pou cela, je les suit étape par étape... et je répète à chaque étape qu'est ce qu'ils doivent faire...c'est très fatigant mais j'ai pas le choix...sinon sur les quatre expériences réalisées t'as une de réussie et qui donne les*

résultats attendus et les trois autres sont ratées... ». Nous remarquons ainsi, que la directivité de Pr2 signalée au cours de nos observations se trouve confirmée par son discours. Ses élèves étaient, par conséquent, mis dans une situation d' « application de recette » dictée et fournie par leur enseignant.

Par ailleurs, Pr2 signale que *"Lorsque c'est une séance de TP...je sens que les élèves aiment ça...l'ambiance en classe n'est plus la même... les élèves bougent beaucoup...Ils se sentent plus libres...ils participent plus...ça me fatigue plus car ...ça engendre un peu de...désordre en classe...je dois gérer tout ça...mais j'ai remarqué que les élèves comprennent plus rapidement...ils comprennent mieux par exemple comment l'amidon se transforme en sucre quand ils réalisent une expérience de digestion de l'amidon par la salive... ces expériences vérifient et montrent réellement...ces expériences permettent d'apprendre aux élèves à raisonner... à comparer... à manipuler... à interpréter les résultats"*. Ainsi, Pr2 semble accorder à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions notionnelles et éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (« raisonner », « comparer », « interpréter ») et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie : (« manipuler »). Nous remarquons également que la logique d'illustration, dans laquelle s'inscrit cet enseignement, se trouve explicitement signalée explicitement dans le discours de Pr2. En effet, pour cet enseignant *«ces expériences vérifient et montrent réellement...»*. Il s'agit d'expériences de mise en évidence et d'illustration de la digestion chimique.

Bilan :

- Une conformité entre nos observations et les déclarations de Pr2 quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Pr2 signale que ces pratiques s'inscrivent dans une logique d'illustration de la digestion chimique.
- Pr2 avoue également qu'au cours de ces pratiques ses élèves appliquaient à la lettre ses consignes. Il s'agit d'une véritable « application de recette ».
- Cet enseignant semble accorder aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion des fonctions notionnelles ainsi que des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie.

c. Entretien avec les collégiens :

L'analyse des discours des collégiens de CI2 (C6-C10) révèle une certaine compatibilité entre leurs propos sur les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ont pris dans leur classes et ce que nous avons détecté lors de nos observations. En effet, ces collégiens décrivent ces expériences telles qu'elles leurs ont été proposées. Ils signalent qu'au cours de la dernière séquence sur la digestion, ils ont réalisé des expériences de la digestion artificielle de l'amidon par la salive. Ils évoquent également le fait qu'ils ont appliqué les consignes données par leur enseignant (Pr2).

Exemples de réponses :

C6 : « *j'ai pris un tube a essai...j'ai mis dans ce tube de la salive et de l'empois d'amidon...j'ai suivi les différentes étapes de l'expérience que Monsieur a projeté...j'ai réalisé l'hydrolyse de l'amidon par la salive* »

C8 : « *j'ai préparé des tubes à essai...un tube contient la salive plus l'empois d'amidon...un autre tube contient...l'eau plus l'amidon...un autre tube...contient...j'ai oublié qu'est ce que ce tube contient...on a fait l'expérience de l'amidon...* »

Par ailleurs, l'analyse des discours de ces collégiens montre qu'ils accordent à l'enseignement expérimental de la digestion différentes fonctions Nous avons ainsi, pu détecter :

- Des fonctions notionnelles : les 5 collégiens interviewés (C6, C7, C8, C9 et C10) de CI2 accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions liées à l'apprentissage et à la compréhension des notions de la digestion.

C7 : "*j'ai retenu que la salive agit sur l'empois d'amidon et le transforme en sucre...*"

C9 : « *j'ai appris comment l'amidon se transforme en sucre sous l'action de la salive...* »

- Des fonctions éducatives : ces collégiens accordent également, à l'enseignement expérimental de la digestion, des fonctions éducatives :

Il s'agit de fonctions liées au développement du raisonnement scientifique : Ces fonctions se trouvent évoquées par 2 collégiens sur les 5 interviewés. Il s'agit de C7 et de C10. Exemples de réponses :

C7 : "*dans ces expériences...j'ai compris que dans une expérience il faut un tube témoin car ça sert à comparer avec le tube expérimental...*"

C10 : « *j'ai appris que les différentes étapes de l'expérience doivent être prêtes à l'avance... qu'on doit suivre ces étapes pour réussir l'expérience...j'ai appris aussi qu'à l'aide de ces expériences on est arrivé à la conclusion... »*

Il s'agit aussi de fonctions liées à l'acquisition de savoir-faire liés aux pratiques expérimentales en biologie. Ces fonctions ont été signalées par 3 collégiens parmi les 5 interviewés. Il s'agit de C7, C9 et C10. Exemples de réponses :

C9 : *"j'ai appris comment faire une expérience de digestion de l'amidon par la salive...comment on prépare les tubes à essaie...comment avec la liqueur de Fehling on voit que l'amidon est transformé en sucre"*

C10 : *"j'ai appris à faire des expériences...j'ai préparé des tubes à essai...j'ai mis de la salive et de l'empois d'amidon...j'ai attendu vingt minutes...après j'ai testé s'il y a de l'amidon ou du sucre..."*

Bilan :

- Les collégiens interviewés de C12, décrivent l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans leur classe. En effet, ils signalent que leurs tâches consistaient à appliquer les différentes étapes du protocole expérimental fourni par leur enseignant. D'où une certaine conformité entre nos observations et leurs déclarations quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Ces collégiens semblent accorder à cet enseignement des fonctions notionnelles ainsi que des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie.
- Les fonctions notionnelles semblent être les plus évoquées par ces collégiens.

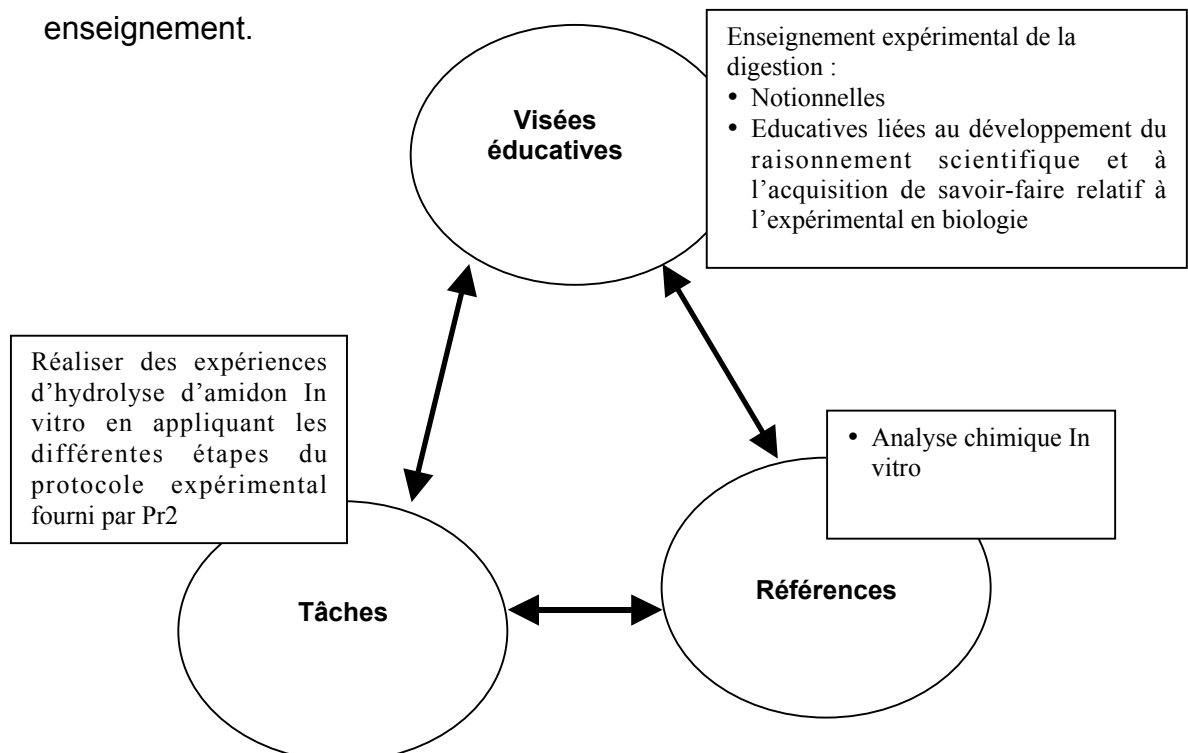
d. Analyse des corrélations entre les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans C12, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante. ▪ Manipulation réalisée par les élèves avec un degré de directivité assez important de l'enseignant. ▪ Il s'agit d'«application de recette» 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions notionnelles. ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie ▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs en ce qui concerne CI2, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, nos observations, les déclarations des collégiens ainsi que celles de leur enseignant semblent converger vers les points suivants :

- Les tâches des élèves consistent à réaliser l'hydrolyse de l'amidon. Et ceci en suivant les différentes étapes du protocole expérimental fourni par l'enseignant.
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CI1, s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif
- L'analyse chimique In vitro présente la référence principale dans cet enseignement.



3.3. En ce qui concerne CI3 :

a. Observation de séquences d'enseignement expérimental de la digestion :

Dans cette classe, l'enregistrement et l'observation de la séquence relative à l'enseignement expérimental de la digestion, montrent que l'enseignement expérimental consistait en une activité expérimentale sur le pain (mâcher un morceau de pain jusqu'au changement du goût). Cette expérience a été évoquée par l'enseignant. En effet, Pr3 s'est limité à la description théorique de cette pratique afin d'introduire les pratiques expérimentales relatives à l'hydrolyse de l'amidon par la salive. Cette hydrolyse a été réalisée par les élèves sous le guidage de leur enseignant. Cependant, nous avons remarqué que le degré de directivité de Pr3 reste le moins senti (par rapport à ceux de Pr1 et Pr2). En effet, cet enseignant a laissé plus de liberté à ses élèves au cours de ces activités expérimentales.

L'enseignement expérimental de la digestion semble ainsi prendre différentes formes au niveau de CI3 : expérience évoquée et projet de travaux pratiques. Par ailleurs, la logique dominante de ces pratiques demeure l'illustration et la mise en évidence de la digestion chimique. Les fonctions notionnelles se trouvent, par conséquent, les fonctions les plus détectées. Cependant, ces expériences semblent remplir également des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs aux pratiques expérimentales en biologie. Nous avons aussi détecté des fonctions pédagogiques au niveau de CI3. En effet, Pr3 a mis ses élèves dans une situation de travail en groupe. Ces élèves étaient invités à se partager les tâches et à discuter les résultats obtenus. Cette situation est susceptible d'apprendre aux élèves à travailler en groupe, à échanger les idées et à accomplir leurs tâches au sein du groupe.

Bilan :

→ Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées dans CI3 :

- Expériences qui consiste à mâcher du pain jusqu'à l'apparition du goût sucré.
- Digestion artificielle de l'amidon par la salive

→ Formes :

- Analyse chimique In vitro
- Manipulation réalisée par les élèves et leur enseignant.
- Expérience évoquée par l'enseignant.

→ Fonctions :

- Fonctions notionnelles, des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à la manipulation en biologie et des fonctions pédagogiques (assurer ses tâches au sein du groupe, échanger les idées, etc.).

b. Entretien avec Pr3

En ce qui concerne Pr3, cet enseignant a également décrit l'enseignement expérimental de la digestion conformément aux observations que nous avons effectuées. En effet, cet enseignant a signalé, en parlant de la dernière séquence sur l'enseignement expérimental de la digestion, que *"cette séance a été consacrée à l'étude de la digestion expérimentale de l'amidon par la salive...en partant de l'exemple qui consiste au changement du goût du pain mâché...j'ai fait faire aux élèves des expériences de digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase salivaire...j'ai partagé le groupe en deux...donc deux expériences ont été réalisées par groupe...les élèves ont presque tout fait...mais ça n'empêche que j'ai été obligé d'intervenir de temps en temps pour qu'ils ne se trompent pas en manipulant"*.

Par ailleurs, Pr3 précise, en réponse à la question relative aux fonctions de cet enseignement, *"...que ces expériences facilitent beaucoup le cours aux élèves...Ils retiennent plus facilement et arriventà comprendre plus vite que dans un cours ordinaire...en plus, au cours de ces expériences les élèves sont obligés de travailler plus...ils pensent...ils comparent ...ils manipulent... ils discutent entre eux... ils tirent des conclusions... ce qui leur apprend beaucoup de choses à mon avis...ça leur apprend à raisonner d'une manière logique...à manipuler correctement et à faire attention en manipulant..."*. Les pratiques expérimentales sur la digestion semblent remplir, donc, selon Pr3, des fonctions notionnelles, des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition d'habiletés manuelles relatives à l'expérimental en biologie, ainsi que des fonctions pédagogiques.

Bilan :

- Une conformité entre nos observations et les déclarations de Pr3 quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. Il s'agit d'expérience évoquée par Pr3 et de manipulation réalisée par les élèves sous le guidage de Pr3.
- Cet enseignant semble accorder aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion des fonctions notionnelles, des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie ainsi que des fonctions pédagogiques.

c. Entretien avec les collégiens :

L'analyse des discours des collégiens de C13 (C11-C14) révèle une certaine compatibilité entre leurs propos sur les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ont pris dans leur classe et ce que nous avons détecté lors de nos observations. En effet, ces collégiens décrivent ces expériences telles

qu'elles leurs ont été proposées. Ils signalent qu'au début de la séance, leur enseignant a expliqué l'expérience qui consiste à mâcher longtemps le pain jusqu'à sentir le goût sucré. Ils évoquent également, dans leurs discours, le fait qu'ils ont réalisé des expériences de digestion artificielle de l'amidon par la salive.

Par ailleurs, bien que Pr3 ait fourni le protocole expérimental à ses élèves, nous avons remarqué au cours de nos observations que son degré de directivité était assez réduit par rapport à ses deux collègues déjà observés (Pr1 et Pr2). Ce qui semble offrir à ces collégiens (de C13) un espace plus libre où ils évoluent d'une manière plus autonome que leurs pairs de C11 et C12. L'analyse des déclarations de ces sujets quant à leurs tâches au cours de ces pratiques expérimentales, bien qu'elles témoignent du fait qu'ils ont suivi le protocole expérimental déjà présenté et expliqué par Pr3, semblent venir conforter nos constatations.

Exemples de réponses :

C11 : « ...j'ai fait l'expérience de l'amidon...j'ai donné le résultat que j'ai trouvé dans mon tube a essai...Monsieur a écrit tous les résultats au tableau...on a trouvé la conclusion...c'est la salive qui transforme l'amidon en sucre... »

C13 : "...chacun de nous doit préparer quelques choses.... On trouve les résultats ensemble....on a discuté ces résultats...chacun de nous a donné son point de vue...et Monsieur a retenu la réponse qui était juste".

Ainsi, ces pratiques expérimentales semblent prendre les formes suivantes : démonstration faite par l'enseignant, manipulation réalisée par les collégiens sous le guidage de leur enseignant.

Par ailleurs, l'analyse des discours de ces différents collégiens montre que différentes fonctions sont accordées par ces élèves à l'enseignement expérimental de la digestion.

Nous avons ainsi, pu détecter :

- Des fonctions notionnelles : tous les collégiens interviewés de C13 (C11, C12, C13 et C14) évoquent des fonctions liées à l'apprentissage et la compréhension de notions liées à la digestion. Exemples de réponses :

C12 : "des expériences sur la digestion...que nous avons fait en classe...j'ai compris que dans la bouche l'amidon se transforme en sucre...grâce à l'action de la salive..."

C13 : «j'a appris avec ces expériences que la salive hydrolyse l'amidon...c'est-à-dire la salive transforme l'amidon en sucre dans la bouche...».

▪ Des fonctions éducatives : L'analyse des discours des collégiens interviewés montre que ces élèves accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions éducatives.

Il s'agit de fonctions liées au développement du raisonnement scientifique. Ces fonctions ont été évoquées par C12 et C13. Exemples de réponses :

C12 : " dans les expériences sur la digestion j'ai réfléchi pour trouver le résultat...car Monsieur nous a demandé de comparer le tube témoin avec le tube expérimental...j'ai réfléchi pour trouver que c'est la salive qui agit sur l'amidon et le transforme en sucre car dans le tube témoin il n'y a pas de salive...donc l'amidon ne se transforme pas"

C13 : «dans ces expériences...j'ai appris à voir tous les résultats obtenus...à comparer entre ces résultats...pour trouver la conclusion... »

Il s'agit de fonctions liées à l'acquisition d'habiletés manuelles relatives à l'expérimental en biologie. Ces fonctions ont été évoquées par C13 et C14. Exemples de réponses :

C13 : "j'ai appris aussi à réaliser l'expérience de l'amidon...à préparer les tubes à essai...à préparer le tube témoin..."

C14 : "...j'ai appris comment je prépare les tubes à essai...pour voir comment la salive transforme l'amidon en sucre"

▪ Fonctions pédagogiques : 2 collégiens de C13 parmi les 4 interviewés accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions pédagogiques. Il s'agit de C11 et C13. Nous tenons à signaler que ces fonctions ont été détectées pour la première fois. Ceci peut être expliqué par le fait que ces deux collégiens appartiennent à C13, la classe où, les collégiens étaient invités à travailler en groupe, au cours des pratiques expérimentales sur la digestion.

Exemples de réponses :

C11 : "...dans les expériences sur la digestion...j'ai travaillé avec mes amis...Monsieur nous a partagé en deux groupes...il y a que pendant les expériences qu'on peut travailler ensemble...j'aime bien travailler comme ça...car je peux discuter avec mes amis et j'apprend plus vite lorsque je travaille en groupe "

C13 : «...en plus j'ai travaillé avec mes amis...on a réalisé l'expérience ensemble...on a pensé aux résultats ...on a trouvé la conclusion ensemble...».

Bilan

- Les collégiens interviewés de CI3, décrivent l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans leur classe. D'où une certaine conformité entre nos observations et leurs déclarations quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. Il s'agit d'expériences évoquées et de manipulations réalisées par les élèves sous le guidage de leur enseignant.
- Ces collégiens semblent accorder à cet enseignement des fonctions notionnelles, des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie ainsi que des fonctions pédagogiques.

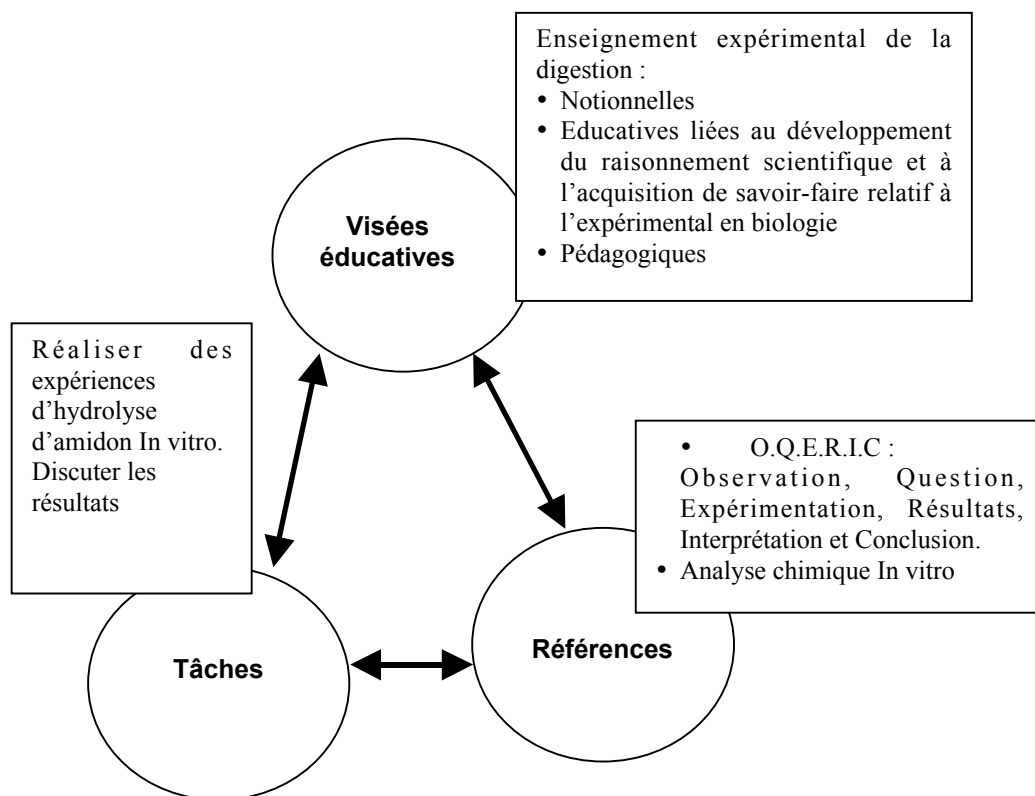
d. Analyse des corrélations entre les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans CI3, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none">▪ Mâcher du pain jusqu'au changement du goût.▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive	<ul style="list-style-type: none">▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante.▪ Manipulation réalisée par les élèves sous le guidage de l'enseignant.▪ Expérience évoquée par l'enseignant.	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions notionnelles.▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie.▪ Fonctions pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions de scientificité▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs en ce qui concerne CI3, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, nos observations, les déclarations des collégiens ainsi que de leur enseignant semblent converger vers les points suivants :

- Les tâches des élèves consistent à réaliser l'hydrolyse de l'amidon, à discuter et à interpréter les résultats
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CI3, s'avèrent d'ordre notionnel, éducatif et pédagogique
- L'analyse chimique In vitro présente la référence principale dans cet enseignement, avec une démarche expérimentale de type O.Q.E.R.I.C.



3.4. Comparaison entre les discours des enseignants interviewés :

▪ Nous pensons également, suite à l'analyse des différents discours qu'une certaine cohérence et corrélation semble apparaître entre les formes que l'enseignement expérimental prend et les fonctions que les enseignants leurs assignent. Autrement dit, il semble que les fonctions que chaque enseignant accorde à l'enseignement expérimental de la digestion semblent déterminer en partie les formes de cet enseignement expérimental. Prenons l'exemple de Pr3, cet enseignant accorde à l'enseignement expérimental, en plus des fonctions notionnelles et des fonctions éducatives, des fonctions pédagogiques, il a conçu cet enseignement autour du travail de groupe. Alors que pour Pr1 et Pr2, les fonctions des pratiques expérimentales liées à la digestion, se réduisent aux fonctions notionnelles et éducatives. Bref, nous pensons, que pour les classes observées (C11, C12 et C13), les formes des pratiques expérimentales semblent répondre aux fonctions assignées par l'enseignant. Cette corrélation détectée reste, cependant, une constatation relative aux trois classes et ne peut par conséquent être généralisée.

Une analyse comparative entre les trois niveaux du curriculum tunisien de la 9^{ème} année de base, nous permet de construire le tableau suivant

	Cohérences	Incohérences
Internes	<p>Au niveau du curriculum potentiel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le guide comme le manuel propose différentes formes de pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. <p>Au niveau du curriculum réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les fonctions détectées lors des observations des séquences d'enseignement sont les mêmes fonctions évoquées par les enseignants. ▪ Les fonctions notionnelles restent les plus évoquées : lors des observations, dans les discours des enseignants et dans les réponses des élèves. ▪ Nous pensons également, suite à l'analyse des différents discours, qu'une certaine cohérence et corrélation semble apparaître entre les formes que l'enseignement expérimental prend et les fonctions que les enseignants leurs assignent. Autrement dit, il semble que les fonctions que chaque enseignant accorde à l'enseignement expérimental de la digestion semblent déterminer en partie les formes de cet enseignement expérimental, et ceci pour les trois classes étudiées. Prenons l'exemple de Pr3, cet enseignant accorde à l'enseignement expérimental, en plus des fonctions notionnelles et des fonctions éducatives, des fonctions pédagogiques, il a conçu cet enseignement autour du travail de groupe. Alors que pour Pr1 et Pr2, les fonctions des pratiques expérimentales liées à la digestion, se réduisent aux fonctions notionnelles et éducatives, ont conduit ainsi, leur enseignement sur cette base. Bref, nous pensons, 	<p>Au niveau du curriculum prescrit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, alors qu'aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'est proposée d'autre part. ▪ Différentes fonctions au niveau des recommandations générales. Seules des fonctions notionnelles au niveau des objectifs spécifiques. ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion. Cependant cet enseignement reste assez vaste et non précisé.. <p>Au niveau du guide méthodologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion. Cependant cet enseignement reste assez vaste et non précisé <p>Au niveau du curriculum réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Différentes formes et fonctions de pratiques expérimentales au sein du même niveau scolaire. ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion. Cependant cet enseignement reste assez vaste et non précisé

	<p>que pour les classes observées (C11, C12 et C13), les formes des pratiques expérimentales semblent répondre aux fonctions assignées par l'enseignant. Cette corrélation détectée reste, cependant, une constatation relative aux trois classes et ne peut par conséquent être généralisée.</p>	
externes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion dans les différents niveaux du curriculum tunisien. ▪ Pas de forme d'évaluation de cet l'enseignement expérimental dans les trois niveaux du curriculum. ▪ L'illustration et la "mise en évidence" semblent être la logique dominante de l'enseignement expérimental de la digestion dans les trois niveaux du curriculum tunisien. ▪ Le curriculum réel rejoint le curriculum potentiel quant à la diversité des formes de pratiques expérimentales proposées. ▪ Le guide méthodologique semble rejoindre les recommandations générales des programmes officiels quant aux fonctions accordées aux pratiques expérimentales liées à la digestion. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le curriculum potentiel semble être plus riche et plus précis quant aux formes des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion que le curriculum prescrit.

II. Lycée : 3^{ème} année de l'enseignement secondaire section sciences expérimentales

1. Analyse du curriculum prescrit :

Dans le cadre de notre recherche, afin de caractériser les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum prescrit, nous avons choisi d'analyser les programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles actuellement opératoires dans les lycées tunisiens. Ainsi, les « Programmes Officiels de l'Enseignement Secondaire – Décret n°98-1280 du 15 juin 1998 -Annexe XII – Sciences Naturelles » (annexe L1) constitueront notre objet d'analyse.

2.1. Présentation des "Programmes Officiels de l'Enseignement Secondaire – Décret n°98-1280 du 15 juin 1998 -Annexe XII – Sciences Naturelles "

La lecture de ce document montre qu'il est formé de deux parties :

a/ La première partie s'étend sur deux pages (Annexe L1, p7-p8). Elle présente les finalités et les objectifs de l'enseignement des sciences naturelles au secondaire. Ces objectifs sont exposés sous forme d'articles au nombre de quatre. Il s'agit des finalités de l'enseignement des sciences naturelles visées au secondaire, des objectifs notionnels de cet enseignement, des objectifs de « savoir-faire » et des objectifs de «savoir-être».

Bilan :

Recommandations générales des programmes officielles : différentes fonctions accordées aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement des sciences au secondaire : notionnelles, éducatives et pédagogiques

b/ La deuxième partie de ce document est consacrée aux programmes d'enseignement des sciences naturelles. Ces programmes sont répertoriés sur quatre chapitres (Chapitre 1, Chapitre 2, chapitre3 et Chapitre 4) qui reflètent les quatre niveaux d'enseignement secondaire (1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème}).

Dans l'enseignement secondaire, la digestion se trouve enseignée en 3^{ème} année secondaire, nos analyses vont se focaliser ainsi sur le « chapitre trois » relatif à ce niveau scolaire.

Le survol de ce chapitre montre qu'il débute, à la page 29, par un rappel des objectifs généraux de l'enseignement des sciences naturelles en 3^{ème} année secondaire. L'analyse de ces objectifs fait révéler une certaine continuité avec les objectifs généraux de l'enseignement des sciences naturelles au secondaire.

La partie restante du chapitre 3, relatif à l'enseignement de la digestion, s'étend sur onze pages (p30-p40) et reflète les programmes des sciences naturelles en 3^{ème} année secondaire. Cette partie est présentée sous forme d'un tableau à cinq colonnes qui sont intitulées de droite à gauche : "THEME" (les titres des thèmes à traiter) ; "OBJECTIFS SPECIFIQUES" (objectifs visés de l'enseignement de chaque thème) ; "CONTENU" (les différents chapitres) "RECOMMANDATIONS" (la manière de traiter les notions préconisées) ET "HORAIRE" (type de la séance : travaux pratiques ou cours)

Bilan

Il paraît que les objectifs généraux de l'enseignement des sciences naturelles en 3^{ème} année secondaire (Annexes L1, p7-8), s'avèrent en continuité avec ceux de l'enseignement des sciences naturelles au secondaire (Annexes L1, p29), avec une spécificité par rapport aux phénomènes biologiques traités dans ce niveau.

2.2. Analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse du chapitre 3, montre que l'enseignement expérimental de la digestion est préconisé dans le cadre de l'«article 6», chapitre «la digestion et l'absorption », sous le thème intitulé «la nutrition humaine».

Par ailleurs, la digestion expérimentale préconisée par ces programmes officiels consiste en « l'étude expérimentale de la digestion de l'amidon ou de l'ovalbumine (un seul exemple)... » (Annexe L1, p37). Ainsi, les pratiques expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion en 3^{ème} année secondaire, section sciences expérimentales, semblent porter sur l'analyse chimique In vitro (hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire ou l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine). Ces pratiques s'inscrivent dans le cadre de travaux pratiques (TP16) qui introduisent l'enseignement de «la digestion et l'absorption». L'enseignement expérimental de la digestion se trouve ainsi valorisé par ces programmes officiels.

Par ailleurs, l'analyse des objectifs spécifiques à cet enseignement montre que les concepteurs de ces programmes accordent aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion uniquement des fonctions d'ordre notionnel : « l'étude expérimentale de la digestion de l'amidon ou de l'ovalbumine (un seul exemple)

conduira aux notions d'enzyme et de simplification moléculaire ». En effet, l'analyse des verbes d'action employés par les auteurs de ces programmes reflètent que des objectifs d'ordre notionnel : « Dégager les conditions optimales d'actions d'une enzyme digestive et expliquer son mode d'action », « Expliquer les mécanismes de l'absorption intestinales ». Ainsi, il s'avère que des fonctions éducatives, notionnelles et pédagogiques signalées au niveau des objectifs généraux de l'enseignement des sciences naturelles au secondaire, l'enseignement expérimental de la digestion n'en garde que celles liées à l'illustration de la digestion chimique (enzyme, simplification moléculaire). D'où un certain glissement en lacune qui confère à ces instructions officielles une certaine incohérence interne.

Bien que ces programmes officiels signalent le fait que l'enseignement expérimental de la digestion se déroule dans le cadre de travaux pratiques (« TP16 ») qui précèdent le cours, ces instructions restent assez floues concernant les formes réelles que cet enseignement doit prendre et les modalités didactiques et pédagogiques de sa mise en œuvre. En effet, les verbes d'action employés dans ces instructions, sont soit à l'infinitif « dégager », « expliquer » ou conjugués avec le pronom indéfini (on): "*on précisera*", "*on étudiera*", ce qui ne fournit aucune précision sur les tâches respectives de l'enseignant ni celles des élèves.

Pour conclure, nous pouvons dire que l'analyse des programmes officiels de l'enseignement secondaire des sciences naturelles de 1998, permet de remarquer ce qui suit :

- L'enseignement expérimental de la digestion consiste en l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire ou l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine (« un seul exemple »). Il s'avère donc que c'est l'analyse chimique *In vitro*, illustrée par des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon et/ou de l'ovalbumine qui présente la forme dominante des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion.
- Ces programmes officiels semblent valoriser l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, c'est l'étude expérimentale de la digestion de l'amidon ou de l'ovalbumine qui introduit le chapitre de la digestion. Cependant, aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'a été détectée. Ce qui confère à ces instructions une certaine incohérence interne.
- Bien que ces programmes officiels valorisent l'enseignement expérimental de la digestion, ils ne le balisent pas et le laissent assez vaste. En effet, les verbes d'action employés dans ces programmes sont conjugués soit à l'infinitif (« dégager », « expliquer ») soit avec le pronom indéfini « on » (« on précisera », « on étudiera ») ce

qui ne fournit aucune indication sur les tâches respectives de l'enseignant et des élèves. Ces instructions restent ainsi implicites quant aux modalités didactiques et pédagogiques à adopter pour la mise en oeuvre de cet enseignement.

- L'analyse des objectifs spécifiques de cet enseignement montre que des fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques signalés au niveau des objectifs généraux, les pratiques expérimentales liées à la digestion n'en gardent que celles d'ordre notionnel. D'où un certain glissement en lacune qui induit une incohérence interne au sein de ces programmes. Ces pratiques semblent s'inscrire ainsi dans une logique d'illustration de digestion chimique.
- Les instructions analysées ne semblent pas être cohérentes et ceci à cause du glissement constaté entre les recommandations générales et les objectifs spécifiques de l'enseignement expérimental de la digestion. Il s'agit d'un glissement en lacune dans la mesure où les fonctions accordées à cet enseignement se trouvent réduites aux notionnelles au niveau des objectifs spécifiques et ne tiennent pas compte des fonctions éducatives et pédagogiques annoncées au niveau des recommandations générales..

Bilan :

Pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées :
l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire ou l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine

Formes :

- Analyse chimique In vitro dans le cadre de Travaux Pratiques (« TP16 »)
- Modalités didactiques et pédagogiques de la mise en oeuvre de cet enseignement non définies
- Forme non caractérisée

Fonctions :

- Recommandations générales : fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques
- Objectifs spécifiques : fonctions notionnelles

Incohérences internes :

- Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part, aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'est proposée d'autre part.
- Différentes fonctions au niveau des recommandations générales. Seules des fonctions notionnelles au niveau des objectifs spécifiques.
- Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion. Cependant cet enseignement reste assez vaste et non précisé.

2.3. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion

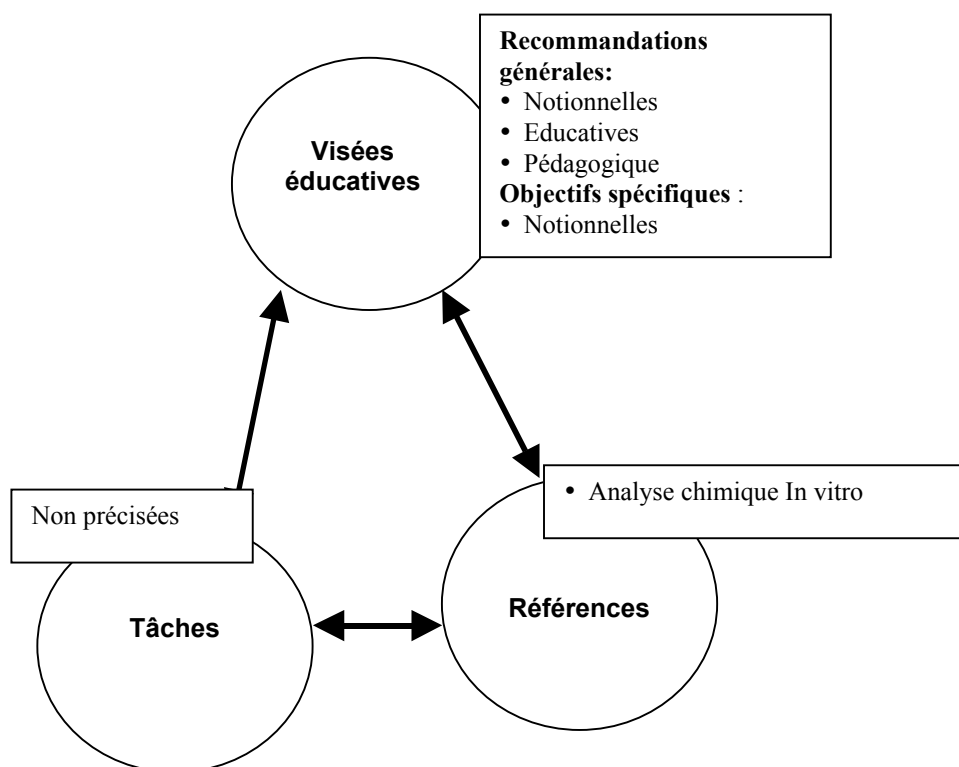
L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau des programmes officiels de 3^{ème} année secondaire nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
L'hydrolyse de l'amidon par la salive Ou L'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse chimique In vitro dans le cadre de Travaux pratiques ▪ La forme réelle non définie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recommandations générales : Fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques. ▪ Objectifs spécifiques : Fonctions notionnelles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

Rappelons que, dans le cadre de notre recherche, nous avons retenu le schéma de Lebeaume (1999) comme cadre théorique permettra d'analyser les corrélations entre les formes que prennent les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et les fonctions qu'elles remplissent. L'application de ce schéma au niveau du curriculum prescrit de la 3^{ème} année de l'enseignement secondaire nécessite la définition des tâches réalisées par les élèves, les références et les visées de ces tâches. Ainsi, pour les programmes officiels de sciences naturelles analysés, l'enseignement expérimental de la digestion préconisé en 3^{ème} année secondaire consiste à l'hydrolyse de l'amidon par la salive ou l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine. Dans ces pratiques :

- Les tâches sont loin d'être précisées.
- L'analyse chimique In vitro semble constituer la référence principale.
- Alors que les visées éducatives diffèrent entre les recommandations générales et les objectifs spécifiques. En effet, au niveau des recommandations générales, nous avons détecté différentes fonctions : notionnelles, éducatives et pédagogiques. Ces fonctions se trouvent réduites au notionnelles au niveau des objectifs spécifiques à l'enseignement expérimental de la digestion.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du curriculum prescrit de la 3^{ème} année secondaire, nous fournit les résultats suivants :



2. Analyse du curriculum potentiel

Nous rappelons que dans le cadre de notre recherche, afin de dégager les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum potentiel de la 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, nous avons choisi d'analyser le guide méthodologique et le manuel scolaire relatifs à ce niveau scolaire.

2.1. Guide méthodologique : « Document méthodologique ; CNP ; Tunis. Code : 605 631 » :

a. Présentation du « Document méthodologique ; CNP ; Tunis. Code : 605 631 » :

Le guide méthodologique analysé est celui actuellement opératoire dans le système éducatif tunisien : « Document méthodologique ; CNP ; Tunis. Code : 605 631 » (Annexe L3). Il s'agit d'un document conçu par la Direction des Programmes du Ministère de l'Education et édité par le Centre National Pédagogique. Il est destiné aux

enseignants de Sciences Naturelles exerçant en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales. Et ceci afin de les aider à concevoir et à conduire les séances de travaux pratiques et de cours relatives à l'enseignement des sciences naturelles. En effet, les auteurs de ce document précisent, au début de ce guide, que ce document présente « *Une répartition annuelle du contenu du programme en séances de travaux pratiques et en séances de cours, en tenant compte du temps imparti et de l'articulation des différentes notions du manuel* ».

Par ailleurs, ce guide méthodologique semble être organisé sous forme de fiches. Via ces fiches, ce guide permet d'aider les enseignants à conduire réellement les séances de cours et de travaux pratiques. En effet, comme le soulignent les auteurs de ce guide, « *des fiches d'apprentissages, une par séance de travaux pratiques et une par séance de cours, qui proposent une stratégie d'apprentissage impliquant l'élève dans les tâches le menant à la construction des connaissances* ».

Chacune de ces fiches est conçue autour d'un fil conducteur comportant deux parties :

- **Objectifs** : il s'agit des objectifs visés de la séance. : «Chaque fiche est structurée autour d'un fil directeur axé sur l'objectif général de la séance, l'objectif de savoir - présenté sous forme d'un problème scientifique, concept ou notion biologique – que l'élève est amené à comprendre, en étape menant chacune à un objectif intermédiaire ».
- **Stratégie d'apprentissage** : Il s'agit des stratégies d'enseignement- apprentissage à adopter par les enseignants, afin d'emmener les élèves à progresser vers les objectifs. La stratégie annoncée semble se baser sur « *l'enseignement par résolution de problèmes. Elle implique l'élève dans des tâches qui l'incitent à réfléchir au problème soulevé, à rechercher et à produire. La production de chaque élève est une participation à la construction des connaissances et une initiation aux techniques et aux démarches scientifiques de raisonnement* ».

Bilan :

- Document méthodologique organisé sous forme de fiches, à raison d'une fiche par séance de cours ou de travaux pratiques.
- Chaque fiche présente deux parties :
 - Objectifs : les objectifs notionnels de la séance présentés sous forme de problème scientifique
 - Stratégies d'apprentissage : les stratégies d'enseignement apprentissage à adopter par les enseignants pour concrétiser les objectifs.

b. Analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

S'agissant encore d'un document écrit, et afin de pouvoir entamer ensuite une approche comparative entre les différents niveaux du curriculum, nous avons choisi de procéder, pour l'analyse de ce document, de la même manière que pour les programmes officiels. L'analyse de contenu a été ainsi, retenue comme méthodologie d'analyse. Il s'agit de dégager certains critères permettant de caractériser les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein de ce curriculum. Les critères retenus s'avèrent les mêmes tout au long de cette recherche : analyser les verbes d'action employés, détecter les sujets de ces verbes, dégager les tâches respectives de l'enseignant et celles de ses élèves, le cadre dans lequel se déroulent ces pratiques expérimentales, les supports didactiques et pédagogiques mobilisés, le personnel présent (technicien de laboratoire par exemple), etc. Bref, tous les critères permettant de caractériser les formes que l'enseignement expérimental prend et les fonctions qu'il remplit.

L'analyse du guide méthodologique montre qu'il existe deux fiches destinées à l'enseignement de la digestion: FICHE 19 et FICHE 20. Nos analyses porteront ainsi sur ces deux fiches :

FICHE 19 :

Cette fiche s'étend sur six pages et présente une séance de travaux pratiques intitulée : «LA DIGESTION EXPERIMENTALE». Ce sont, donc, ces travaux pratiques qui introduisent l'enseignement de la digestion en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales. L'enseignement expérimental de la digestion semble ainsi être valorisé par les auteurs de ce guide. Une certaine cohérence est ainsi détectée entre les programmes officiels et ce document méthodologique.

Cette fiche renferme deux parties :

a. « OBJECTIFS » :

Cette partie signale les objectifs visés par cette séance. Ces objectifs s'avèrent de deux types :

- "OBJECTIFS DE SAVOIR" : il s'agit d'objectifs notionnels : "au terme de cette séance d'apprentissage, l'élève doit être capable de comprendre...les conditions de digestion des macromolécules alimentaires", plus précisément, "les conditions de digestion de l'amidon par la salive" et "les conditions de digestion de l'albumine par la pepsine" (Annexe L3, p149).
- "OBJECTIFS DE SAVOIR-FAIRE" : ce sont les deuxièmes objectifs visés par cet enseignement. Ils résument ce que "l'élève doit être capable de" faire au terme de

cette séance. Parmi ces objectifs nous trouvons : "formuler une hypothèse", "proposer un protocole expérimental ...", "réaliser la manipulation", « confronter les résultats expérimentaux à l'hypothèse », "tirer une conclusion" (Annexe L3, p149). Nous pouvons remarquer que ces objectifs relèvent de l'apprentissage de "la démarche scientifique expérimentale", du développement du raisonnement scientifique et de l'acquisition de savoir pratique relatif aux manipulations en biologie.

Ainsi, les concepteurs de ce guide semblent accorder à l'enseignement expérimental de la digestion diverses fonctions : des fonctions notionnelles : « *comprendre les conditions de digestion de l'amidon par la salive....les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine* », des fonctions liées à l'apprentissage de la démarche expérimentale et au développement du raisonnement scientifique : « formuler une hypothèse...tirer une conclusion... » et des fonctions liées à l'acquisition d'habiletés manuelles liées à la manipulation en biologie : « « réaliser une manipulation... » ».

Bilan :

Il paraît donc que le guide méthodologique (Annexe L3) semble rejoindre les recommandations générales des programmes officiels (Annexe L1) quant aux fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion.

b. « Stratégie d'apprentissage » :

Cette partie s'étend sur cinq pages et renferme les sous-parties suivantes :

→ **"Problème scientifique"** : dans cette partie, les concepteurs du guide indiquent aux enseignants comment ils peuvent formuler " *le problème scientifique*" : "*Le problème scientifique au cœur de cette séance peut être formulé de façon suivante*". Ainsi, d'après ce guide, cette séance doit démarrer par poser "le problème scientifique" que l'enseignant doit formuler. Par ailleurs, ce problème semble reprendre les "objectifs de savoir" énoncés dans la partie "OBJECTIFS". Ainsi le problème scientifique de cette séance renferme les deux questions suivantes : "*quelles sont les conditions de digestion de l'amidon par la salive ?*", "*quelles sont les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine gastrique ?*" (Annexe L3, p150).

Il paraît donc, que l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il est présenté par ce guide, démarre avec un « problème scientifique ». Il semble ainsi prendre la forme d'investigation expérimentale. Cependant, cette forme n'est qu'annoncée. En effet, selon ce guide c'est à l'enseignant de formuler ce problème, sans aucune indication sur la participation des élèves à sa construction. En plus, nous pensons que même les enseignants ne semblent pas participer activement à la formulation de ce problème. En

effet, ce sont les auteurs de ce guide qui ont, réellement, formulé le problème et le travail de l'enseignant semble se limiter à le proposer à ses élèves.

Bilan :

Forme annoncée de l'enseignement expérimental de la digestion : Investigation expérimentale.

→ « **Progression vers l'objectif** » : cette partie est traduite en deux étapes. Chacune est consacrée à une question du "problème scientifique" :

➤ **"ETAPE UN"** : Cette étape porte sur la première question du « problème scientifique » : "quelles sont les conditions de digestion de l'amidon par la salive ?". L'"ETAPE UN" est censée ainsi aboutir à la détermination des conditions nécessaires à la digestion de l'amidon par la salive. Elle est présentée en termes de rubriques. Nous trouvons ainsi les rubriques suivantes :

▪ « **Mots clés** » : il s'agit des notions clés dans cette étape. Cette rubrique est susceptible de préciser également les niveaux de formulation des connaissances, dans les limites du niveau exigé par les instructions officielles. Cette étape porte, ainsi sur les notions suivantes : amidon, hydrolyse, sucre réducteur, catalyseur et enzymes.

Nous pouvons remarquer, que l'analyse de ces notions montre que c'est l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve visé. En effet, les notions d'aliment, de nutriment et de milieu intérieur, qui permettent de problématiser la digestion autour du lien entre aliment et nutriment, sont loin de présenter les notions visées dans cette séance.

▪ « **Support** » : cette rubrique reflète les supports didactiques et pédagogiques (documents, instruments et matériels, etc.) permettant à l'enseignant de traiter la question posée dans cette étape. Ainsi, d'après ce guide, l'enseignant est invité à commencer par « deux observations » qui « prouvent que l'amidon est transformé dans la bouche ». Ce qui permet d'introduire la "digestion salivaire". Ces observations consistent à la fonte de la crème à base d'amidon et au changement du goût du pain mastiqué dans la bouche. La deuxième partie des "supports" porte sur l'"étude expérimentale de la digestion salivaire de l'amidon". Au cours de laquelle, l'enseignant est invité à distribuer, aux élèves, le "document1" (« Exercice intégré 1 »). Il s'agit d'un support documentaire, sous forme de tableau, fourni par le guide (Annexe L3, p153) et présentant le protocole expérimental à réaliser dans la digestion artificielle de

l'amidon (des tubes numérotés de 1 à 9 où les contenus, la températures et le PH sont signalés), les résultats obtenus ainsi que les conclusions.

Ce tableau se trouve complété par les auteurs de ce guide. Toutefois, l'enseignant est invité, avant de le polycopier et de le distribuer aux élèves, à « *effacer les résultats des manipulations figurant sur ce document, à part ceux concernant le tube témoin* » (Annexe L3, p150). Donc, les élèves vont disposer du protocole expérimental et des résultats du tube témoin. Ce guide invite également les enseignants à mettre le "même document sur un transparent pour une observation collective au rétroprojecteur".

▪ "tâches" : cette rubrique présente les tâches à réaliser par l'élève : « l'élève doit être mis en situation de... ». L'élève est, ainsi invité à : "émettre une hypothèse...", "concevoir un protocole expérimental.....", « confronter les résultats », « tirer une conclusion »etc. (Annexe L3, p150). Il paraît donc que les auteurs de ce guide incitent les enseignants à mettre les élèves dans une situation où ils pratiquent une démarche expérimentale de type : O (Observation), P (Problème), H (Hypothèse), E (Expérience), R (Résultats), I (Interprétation) et C (Conclusion). Par ailleurs, ces enseignants sont invités à demander aux élèves de concevoir le protocole expérimental : « le professeur doit exiger de l'élève un protocole expérimental » (Annexe L3, p150). Le travail en groupe se trouve également valorisé dans ce guide. En effet, les auteurs de ce document signalent que c'est "en équipes" que l'élève doit réaliser ces tâches.

Bilan de l'analyse de l' « ETAPE UN » :

- C'est l'aspect chimique voir moléculaire de la digestion qui est visé (enzyme, hydrolyse, simplification moléculaire, etc.). Ce phénomène est loin d'être problématisée autour du lien entre aliments et nutriments.
- Démarche expérimentale annoncée de type : OPHERIC : Observation, Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation et Conclusion.
- Or, le problème ainsi que le protocole expérimental de trouve fourni par ce guide. L'émission des hypothèses se trouve gommée. Et les tâches des élèves se trouvent réduites à l'observation, et à la réalisation de la digestion artificielle de l'amidon et à compléter le tableau des résultats. L'enseignement expérimental prend plutôt une forme de manipulation.
- Des fonctions diverses semblent être accordées à l'enseignement expérimental de la digestion : notionnelles, éducatives et pédagogiques.

➤ **"ETAPE DEUX"** : Cette étape porte sur la deuxième question annoncée dans le « problème scientifique » de cette séance : "quelles sont les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine gastrique". L'analyse de cette étape révèle les mêmes rubriques signalées dans l'«ETAPE UN». Nous trouvons ainsi :

- «Mots clés» : dans cette liste nous trouvons les notions suivantes : « Ovalbumine, polypeptides, acides aminés, catalyseur, enzyme, ». Là aussi, la digestion semble être loin d'être problématisée autour du lien entre l'aliment et le nutriment. C'est plutôt l'aspect chimique voir moléculaire qui est valorisé.
- « Supports » : cette rubrique présente le matériel à utiliser dans cette étape ainsi que les supports documentaires à mobiliser. Dans cette étape, les auteurs font référence au «document 2» (Annexe L3, p154). Ce document présente le matériel et le protocole expérimental relatifs à la réalisation de l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine. Les auteurs de ce guide commencent par présenter l'origine de la pepsine et la manière avec laquelle l'ovalbumine est préparée. Ensuite, ils exposent, sous la forme d'un tableau, le protocole expérimental, les résultats ainsi que les conclusions (hydrolyse ou pas de l'ovalbumine). Ce tableau se trouve complété par les auteurs de ce guide. Toutefois, l'enseignant est invité, avant de photocopier ce document et de le distribuer aux élèves, à «*effacer les résultats des manipulations figurant sur ce document, à part ceux concernant le tube témoin* » (Annexe L3, p151).

Bilan de l' « ETAPE DEUX » :

Pareil que pour l'« ETAPE UN », les tâches des élèves se trouvent réduites à la réalisation d'une analyse chimique *In vitro* et à compléter les résultats. Puisque l'enseignant aura à leur proposer le problème scientifique ainsi que le protocole expérimental.

➔ **«BILAN DES CONNAISSANCES»** : Cette partie est censée être la dernière phase de ces travaux pratiques. Il s'agit de faire le bilan des connaissances traitées au cours de cette séance. Ce bilan porte ainsi d'une part, sur les conditions d'action de l'amylase salivaire sur l'amidon et d'autre part, sur les conditions d'action de la pepsine sur l'ovalbumine. Les notions d'enzymes et de simplification moléculaire se trouvent définies : « Ainsi, les sucs contiennent des substances actives appelées enzymes qui catalysent les réactions d'hydrolyse des macromolécules alimentaires en molécules plus petites » (Annexe L3, p152).

Nous pensons que le fait que l'enseignement expérimental de la digestion a été, dès le départ, problématisé autour de la simplification moléculaire et l'hydrolyse enzymatique et que la digestion n'a été en aucun moment expliquée en tant que articulation entre les aliments et les nutriments, laissent aboutir à un tel «BILAN DES CONNAISSANCES» à dominance chimique et moléculaire.

Pour récapituler, nous pouvons dire que l'analyse de la « FICHE 19 » relative à «LA DIGESTION EXPERIMENTALE» permet d'avancer les remarques suivantes :

- Ce sont des pratiques expérimentales sur la digestion artificielle de l'amidon et de l'ovalbumine, qui introduisent l'enseignement de ce phénomène. Ce qui montre que l'enseignement expérimental semble être valorisé par ce guide. Cependant aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'a été détectée. Ce qui confère à ce document une certaine incohérence interne.
- Dans ces pratiques, la digestion se trouve problématisée autour de l'hydrolyse et la simplification moléculaire. C'est l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve donc valorisé dans l'enseignement expérimental de ce phénomène.
- Ces expériences, telles qu'elles sont annoncées, semblent s'inscrire dans une logique d'investigation. En effet, les auteurs de ce guide annoncent un enseignement expérimental qui part d'un problème scientifique où, l'élève doit observer, émettre une hypothèse, concevoir un protocole expérimental, réaliser la manipulation, confronter les résultats et conclure (Annexe L3, p150). Bref, une démarche expérimentale préconisée de type O (observation), P (Problème), E (Expérience), R (Résultats), I (Interprétation) et C (Conclusion).
- Cependant, le problème scientifique se trouve fourni sans aucune implication de l'élève dans sa construction. L'émission de l'hypothèse se trouve gommée. Et Le protocole expérimental se trouve également présenté. Les élèves n'auront, donc, qu'à réaliser la manipulation. Ainsi, ces pratiques, bien qu'elles s'annoncent d'investigation, se réduisent à l'illustration de l'hydrolyse de l'amidon et de l'ovalbumine.
- Dans cette fiche, l'enseignement expérimental de la digestion semble ainsi prendre la forme d'expériences évoquées (exercices) et de manipulations (hydrolyse de l'amidon et de l'ovalbumine).
- Les auteurs de ce guide semblent accorder à ces expériences diverses fonctions : des fonctions notionnelles, des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatif à la manipulation en biologie ; et également des fonctions pédagogiques. En effet, nous avons remarqué que les auteurs de ce guide invite l'enseignant à mettre les élèves dans une situation où ils progressent « en équipe ». Une telle situation est susceptible d'offrir à ces apprenants une occasion pour travailler en groupe, communiquer, discuter les résultats et s'ouvrir sur leurs pairs. Ce guide semble ainsi rejoindre les recommandations générales des programmes officiels (Annexe L1) quant aux fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion.

➤ Cependant, cette fiche semble être plus explicite que les programmes officiels quant aux modalités didactiques et pédagogiques à mettre en œuvre dans ces pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, cette fiche fournit des informations quant aux supports documentaires, matériels et instrumentaux à utiliser ainsi que les tâches des élèves et des enseignants.

Bilan de l'analyse de la Fiche 19 :

- D'une part, l'enseignement expérimental de la digestion est valorisé et d'autre part, aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'a été détectée. D'où une certaine incohérence interne.
- La digestion se trouve problématisée autour de la simplification moléculaire. C'est l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé dans l'enseignement expérimental de ce phénomène.
- L'investigation expérimentale est la forme annoncée de l'enseignement expérimental de la digestion avec une démarche expérimentale de type OPHERIC (Observation, Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation et Conclusion). Le Problème et le protocole expérimental se trouvent fournis et l'étape de l'émission de l'hypothèse se trouve gommée.
- Expériences évoquées (exercices) et Manipulations (digestion artificielle de l'amidon et de l'ovalbumine) présentent les formes réelles de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Plusieurs fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion : notionnelles, éducatives et pédagogiques. Le guide semble donc rejoindre les recommandations générales des programmes officiels quant aux fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion.

FICHE 20 :

Cette fiche porte sur «LES ENZYMES DIGESTIVES» (Annexe L3, p155). Elle traduit une séance de cours et se trouve conçue autour du même fil conducteur que la FICHE 19. Nous distinguons alors les mêmes rubriques :

a. « OBJECTIFS » :

Les objectifs de cette séance s'avèrent de deux types :

➔ « OBJECTIFS DE SAVOIR » : les notions qui se trouvent visées dans cette séance tournent autour de « l'activité des enzymes digestives » (Annexe L3, p155). Il s'agit d'étudier les propriétés des enzymes, de déterminer le bilan de l'action des enzymes digestives, etc.

➔ « OBJECTIFS DE SAVOIR-FAIRE » : il s'agit d'objectifs liés au développement du raisonnement scientifique chez l'élève : « Saisir des données..., élaborer un modèle explicatif, établir le bilan de la digestion...etc. ».

Nous remarquons ainsi que les fonctions visées par cette séance semblent être diverses. En effet, il s'agit de fonctions notionnelles : "...l'élève doit être capable de comprendre l'activité des enzymes digestives...", fonctions liées au développement du raisonnement scientifique : "saisir des données et les relier au problème posé", "exploiter des résultats expérimentaux pour résoudre un problème". Cependant, nous signalons que les fonctions liées à l'acquisition de savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales sur le vivant, détectées au niveau de la fiche 19, se trouvent gommées dans cette fiche. Cette absence peut être expliquée par le fait que la fiche 20 porte sur une séance de cours où, généralement, les élèves ne sont pas invités à « mettre la main à la pâte ».

b. « STRATEGIE D'APPRENTISSAGE » : dans cette partie, nous trouvons les mêmes rubriques signalées au niveau de la Fiche 19.

➔ « PROBLEME SCIENTIFIQUE » :

Pareil que pour la fiche 19, le problème de la fiche 20 se trouve formulé à partir des objectifs notionnels déjà fixés. En effet, ces objectifs se trouvent reformulés en terme de questions qui constituent le « PROBLEME SCIENTIFIQUE ». Ce problème porte ainsi, sur « *comment agissent les enzymes digestives sur les molécules alimentaires ?* ». Il renferme les questions suivantes : « *Quelles sont les différentes enzymes digestives ?* », « *Quelles sont les propriétés des enzymes ?* » et « *Quel est le bilan de l'action des enzymes digestives ?* » (Annexe L3, p 156).

Nous remarquons que, là aussi, c'est l'aspect chimique de la digestion qui se trouve visé. Ce phénomène est loin d'être problématisé autour du lien entre les notions d'aliment et de nutriment.

➔ « PROGRESSION VERS L'OBJECTIF » :

Dans cette partie, trois étapes, correspondant aux questions du problème scientifique de ce cours, sont proposées aux enseignants afin de les aider à concevoir le déroulement de cette séance :

- **"ETAPE UN"** : Elle porte sur la première question du problème scientifique, à savoir, « *Quelles sont les différentes enzymes digestives ?* ». L'analyse de cette étape montre que les auteurs du guide ne proposent pas de pratiques expérimentales liées à la digestion. Il s'agit de déterminer pour chaque glande ou muqueuse digestive, les sucs digestifs correspondants, les enzymes digestives

correspondantes (s'il y'en a), et les molécules sur lesquelles ces enzymes (si elles existent) agissent.

➤ **"ETAPE DEUX"** : cette étape porte sur la deuxième question du « PROBLEME SCIENTIFIQUE », à savoir, « quelles sont les propriétés d'une enzyme ? » (Annexe L3, p156). Comme supports, les auteurs de ce guide font référence aux résultats expérimentaux de l'hydrolyse de l'amidon par la salive et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine (fiche 19), ainsi qu'aux trois Documents, 2, 3 et 4 fournis par le guide (Annexe L3, p160-162). Le document 2 porte sur «l'influence de la température sur l'activité enzymatique». Il s'agit de pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon par la salive, données sous forme d'exercice. Le protocole expérimental est présenté. Il s'agit de préparer une série de tubes numérotés de 1 à 9 du même contenu (10ml de solution d'empois d'amidon plus 1ml de salive diluée de moitié avec de l'eau distillée) mais de températures différentes (de 0°C pour le tube 1 à 80°C pour le tube 9). Les résultats sont également fournis sous forme de tableau qui indique, pour chaque tube, l'évolution des colorations avec l'eau iodée et la liqueur de Fehling, chaque minute, et ceci durant 21 minutes. L'élève est invité ainsi à comparer l'influence de la température sur l'activité de l'amylase salivaire et de la pepsine et ceci en se référant au document 2 et à la fiche 19. Ce qui lui permettra «d'expliquer en une phrase, ce qu'on appelle «température optimal» d'une enzyme».

Quant au document 3, il porte sur les propriétés des enzymes (pH, substrat, catalyseur, etc). Dans ce document, les auteurs de ce guide commencent par présenter l'influence du pH sur l'activité enzymatique sous la forme d'une courbe montrant l'évolution de la vitesse de la réaction en fonctions de pH pour trois enzymes : l'amylase salivaire, la pepsine et la trypsine. Ils signalent que cette courbe a été construite suite à des études expérimentales mais ces auteurs ne les précisent pas. Le reste du document est consacré aux différentes propriétés des enzymes : (substrat spécifique, enzyme en tant que catalyseur, etc.). Dans le document 3, les élèves se trouvent, ainsi, invités à « comparer », « nommer », « préciser » et ceci afin d'arriver à « imaginer et schématiser un modèle expliquant la spécificité de l'enzyme...» (Annexe L3, p161). Or, ce modèle se trouve également fourni par ce guide dans le document 4 (Annexe L3, p162).

Nous remarquons donc, que les pratiques expérimentales liées à la digestion, proposées dans l'«ETAPE DEUX» semblent prendre la forme d'expériences évoquées. En effet, il s'agit d'un ensemble d'exercices sur les propriétés enzymatiques. Par

ailleurs, les verbes d'action employés dans ces activités sont de type «comparer» «dégager» «expliquer», témoignant de fonctions d'ordre notionnel et éducatif.

Bilan :

- **Formes** : Expériences évoquées : ensemble d'exercices sur les propriétés enzymatiques.
- **Fonctions** : Fonctions notionnelles et éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.

➤ **"ETAPE TROIS"** : cette étape porte sur la 3^{ème} question du problème scientifique, à savoir, « Quel est le bilan de l'action des enzymes digestives ? ». Comme supports, les auteurs de ce guide font référence à une partie du manuel scolaire. Il s'agit de trois tableaux expliquant la digestion des protides, glucides et lipides. L'analyse de cette étape montre que les auteurs de ce guide n'y proposent pas de pratiques expérimentales liées à la digestion.

Par ailleurs, les auteurs de ce guide proposent un document « Document 5 » (Annexe L3, p163). Il s'agit des «Premières expériences sur la digestion » réalisées par Spallanzani. L'élève est invité, «à partir de ce texte», à préciser le problème que ce chercheur pose, son hypothèse de recherche, son protocole expérimental et les résultats qu'il a trouvés. Cependant, malgré l'importance du « Document 5 » pour l'enseignement de la digestion, nous remarquons qu'à l'opposé des autres documents proposés (Documents 1, 2, 3 et 4), ce document n'est pas mobilisé dans aucune étape proposée. Ce document semble ainsi être annexé à la fiche 20. Or, nous signalons que ce document est proposé dans le cadre d' «EXERCICE D'APPLICATION». Donc, l'enseignant doit normalement inviter les élèves à analyser ce document et à répondre aux questions posées. Ce qui n'est pas le cas dans ce guide, d'où une certaine incohérence interne.

Par ailleurs, nous remarquons que les fonctions accordées à ces expériences historiques semblent être d'ordre éducatif : développer chez les élèves le raisonnement scientifique et l'apprentissage de la démarche expérimentale. Des fonctions notionnelles semblent également être visées.

Bilan :

- **Formes** : Expériences historiques évoquées : expériences de Spallanzani proposées au sein du « Document 5 » (Annexe L3, p163), dans le cadre d' « EXERCICE D'APPLICATION ».
- **Fonctions** : ces expériences semblent remplir différentes fonctions : notionnelles et éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.
- Cependant, ces expériences ne sont pas mobilisées dans aucune étape proposée, d'où une certaine incohérence interne.

→ « BILAN DES CONNAISSANCES » :

Les auteurs de ce guide finissent la fiche 20 par un « bilan des connaissances », où ils font le résumé des différentes notions traitées et fournissent ainsi les réponses au problème scientifique posé au départ. Ils ont ainsi résumé les enzymes digestives et les sucs digestifs correspondants. Ils ont fini par faire le point sur la digestion, où, ils ont évoqué la notion de nutriment : « la digestion consiste en une fragmentation progressive des macromolécules alimentaires en molécules élémentaires appelées nutriments... »

Nous remarquons donc, que bien que la notion de nutriment se trouve évoquée, la digestion est loin d'être problématisée autour de l'articulation entre les aliments et les nutriments. En effet, c'est toujours l'aspect chimique de la digestion qui demeure valorisé, ce qui induit une définition chimique de la digestion. Ainsi, un enseignement expérimental de la digestion, problématisé autour de la simplification moléculaire, aboutit à une définition chimique et moléculaire de la digestion gommant la digestion en tant qu'articulation entre aliments et nutriments.

Bilan de l'analyse de la Fiche 20 :

Pour récapituler, nous pouvons dire que l'analyse de la Fiche 20 permet d'avancer les remarques suivantes :

→ Différentes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion se trouvent proposées dans cette fiche : expérience historique de Spallanzani, expérience d'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. Ces pratiques semblent la forme d'expériences évoquées. En effet, il s'agit d'expériences proposées dans le cadre d'exercices.

→ Nous notons donc, l'absence, au sein de cette fiche, de pratiques expérimentales sous la forme de manipulation, déjà détectée dans la fiche 19. Ceci peut être expliqué par le fait que la fiche 20 porte sur une séance de cours où les élèves ne sont pas, généralement, invités à « mettre la main à la pâte ». Cependant, l'analyse chimique *In vitro* demeure la forme dominante.

→ Différentes fonctions se trouvent accordées à ces pratiques : des fonctions notionnelles, des fonctions éducatives liées à l'apprentissage de la démarche expérimentale et également des fonctions pédagogiques (réaliser les exercices en équipes). Les fonctions liées à l'acquisition de savoir-faire relatifs aux pratiques expérimentales en biologie se trouvent gommées.

→ Nous remarquons également que le document 5, proposé par ce guide à la page 163 (Annexe L3) et présentant les expériences historiques de Spallanzani, semble être collé à cette fiche. En effet, malgré l'importance du contenu de ce document par rapport à l'enseignement expérimental de la digestion, les auteurs de ce guide ne le mobilisent pas. Ce guide, restant implicite quant à la place de ce document dans le déroulement de la séance, le dévalorise.

→ Par ailleurs, bien que la notion de nutriment se trouve évoquée dans cette fiche, la digestion est loin d'être problématisée autour du lien entre aliments et nutriments. En effet, la notion de nutriment est présentée ici comme le résultat de la simplification moléculaire et de l'hydrolyse. Seul l'aspect biochimique et moléculaire de la digestion se trouve visé, ce qui aboutit à des bilans biochimique et analytique sur la digestion.

c. En conclusion :

L'analyse du guide méthodologique destiné aux enseignants de sciences naturelles exerçant en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales montre que :

- Ce sont des pratiques expérimentales sur la digestion qui introduisent l'enseignement de ce phénomène. D'où une valorisation de l'enseignement expérimental par ce guide. Cependant, aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'est mentionnée dans ce document. Ce qui confère à ce guide une certaine incohérence interne. Ce guide semble ainsi rejoindre les instructions officielles, d'où une certaine cohérence externe.
- Ce guide semble proposer différentes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion : hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire, hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine, expériences historiques de Spallanzani, etc. D'où une certaine richesse par rapport au curriculum prescrit.
- Ces pratiques semblent prendre différentes formes : manipulations, exercices, observations, expériences historiques évoquées, etc. Cependant, l'analyse chimique *In vitro* demeure la forme dominante de ces pratiques.
- Ces expériences, telles qu'elles sont annoncées, semblent s'inscrire dans une logique d'investigation. En effet, les auteurs de ce guide annoncent un enseignement expérimental qui part d'un problème scientifique où, l'élève doit observer, émettre une hypothèse, concevoir un protocole expérimental, réaliser la manipulation, interpréter les résultats et conclure. Bref, une démarche expérimentale préconisée de type OPHERIC (observation, Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation et Conclusion). Cependant, le problème scientifique se trouve fourni sans aucune mention indiquant l'implication de l'élève dans sa construction. Ce problème reste ainsi un opérant extrinsèque (Orange, 1997) aux élèves qui n'ont pas participé à sa construction. Il s'agit donc d'un «faux problème» au sens de Darley (1992). En plus, le protocole expérimental est également donné par ce guide. Donc, les élèves n'auront qu'à réaliser la manipulation. Il s'agit d'une véritable «application de recette». Ainsi, ces pratiques, bien qu'elles s'annoncent d'investigation, se réduisent à l'illustration de la digestion chimique. Les formes réelles de ces activités s'avèrent donc d'expériences évoquées (exercices et expériences historiques) et de manipulations (hydrolyse de l'amidon et de l'ovalbumine).

- Dans ces pratiques, la digestion se trouve problématisée autour de la simplification moléculaire, ce qui aboutit à une définition chimique et moléculaire de ce phénomène physiologique gommant la digestion en tant qu'articulation entre aliments et nutriments.
- Les auteurs de ce guide semblent accorder à ces expériences diverses fonctions :
 - Fonctions notionnelles : *"au terme de cette séance d'apprentissage, l'élève doit être capable de comprendre : les conditions de digestion des macromolécules alimentaires : les conditions de digestion de l'amidon par la salive...les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine"*.
 - Fonctions éducatives : développer le raisonnement scientifique chez l'élève : *"...formuler une hypothèse, proposer un protocole expérimental pour valider cette hypothèse, réaliser la manipulation, confronter les résultats expérimentaux à l'hypothèse, tirer une conclusion..."*.
 - Et également des fonctions pédagogiques. En effet, nous avons remarqué que les auteurs de ce guide invitent l'enseignant à mettre les élèves dans une situation où ils progressent « en équipe ». ce qui permet à ces apprenants de travailler en groupe, de communiquer, de discuter les résultats et de s'ouvrir sur leurs pairs. .
- Ce guide semble ainsi rejoindre les recommandations générales des programmes officiels (Annexe L1) quant aux fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion.
- Ce guide semble être plus explicite que les programmes officiels, quant aux modalités de la mise en œuvre de ces pratiques. Cependant ces précisions restent incomplètes, comme par exemple, pour le document 5 (Annexes L3, p163). Malgré l'importance du contenu de ce document pour l'enseignement de la digestion (les expériences historiques de Spallanzani, les auteurs de ce guide ne le mobilisent pas. Ils restent implicites quant à la place de ce document dans l'enseignement de la digestion.

Bilan de l'analyse du guide méthodologique :

- Différentes pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion : hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire, hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine et expériences historiques de Spallanzani.
- **Forme annoncée de ces pratiques** : investigation expérimentale.
- **Forme réelle** : expériences évoquées et manipulation.
- **Digestion problématisée autour de la simplification moléculaire** : l'analyse chimique In vitro est la forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion.
- **Fonctions** : notionnelles, éducatives et pédagogiques.
- **Incohérence interne** : valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part. Alors qu'aucune forme d'évaluation de cet enseignement n'a été mentionnée d'autre part.
- **Cohérence externe** : ce guide semble rejoindre les recommandations générales des programmes officiels quant aux fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion.

d. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion

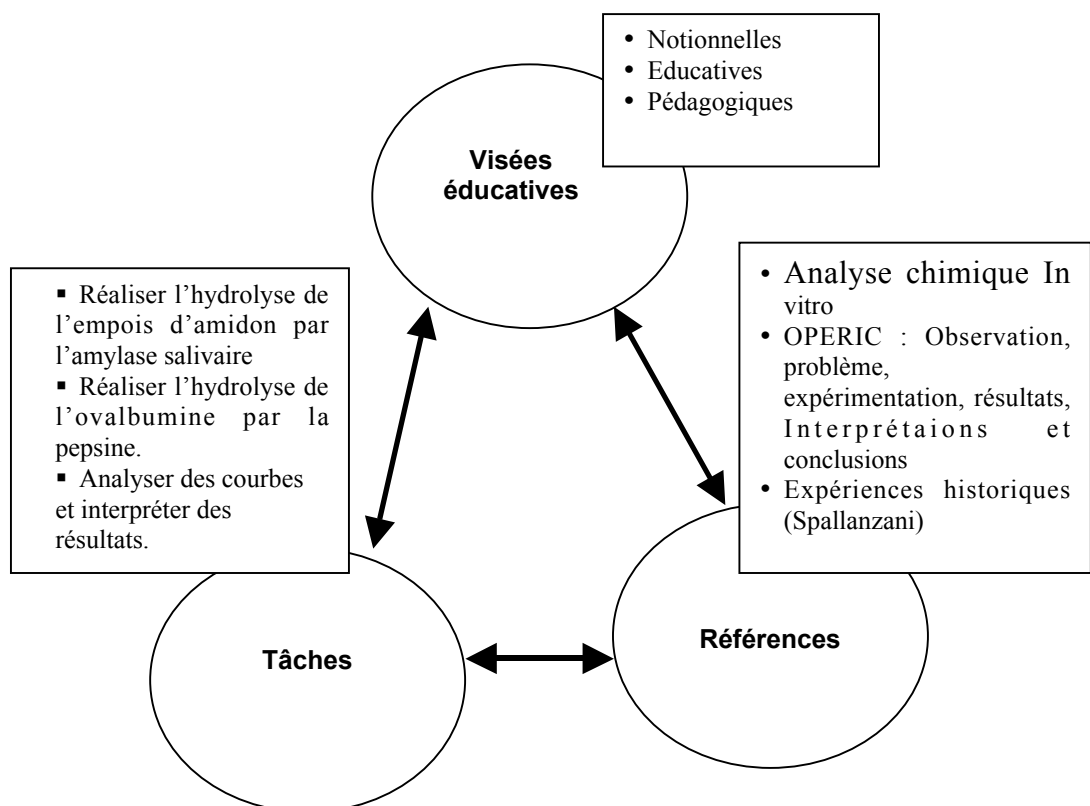
L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau du guide méthodologique destiné aux enseignants de sciences naturelles exerçant en 3^{ème} année secondaire nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none">▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive▪ L'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine▪ Expériences historiques de Spallanzani	<ul style="list-style-type: none">▪ Forme annoncée : investigation expérimentale▪ Forme réelle : manipulation et expériences évoquées	<ul style="list-style-type: none">▪ Notionnelles▪ Educatives▪ pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions de scientificité▪ Fonctions éducatives▪ Fonctions pédagogiques

Rappelons que, dans le cadre de notre recherche, nous avons retenu le schéma de Lebeaume (1999) comme cadre théorique permettant d'analyser les corrélations entre les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, prennent et les fonctions qu'elles remplissent. L'application de ce schéma au niveau du guide méthodologique de 3^{ème} année secondaire nécessite la définition des tâches réalisées par les élèves, les références et les visées de ces tâches. Ainsi, pour ce guide, dans l'enseignement expérimental de la digestion :

- Les tâches des élèves consistent en la réalisation de l'hydrolyse de l'amidon et de l'ovalbumine. Ces apprenants sont également invités (Fiche 20) à analyser des courbes et à interpréter des résultats. Cependant, nous pensons, que bien que ce guide semble être plus explicite que les programmes officiels quant aux tâches des élèves, ce guide reste encore peu précis sur ces tâches (exemple pour le « Document 5 » : expériences historiques proposées dans le cadre d'«EXERCICE D'APPLICATION sans aucune indication sur les tâches respectives de l'enseignants et des élèves).
- Ces activités expérimentales présentent différentes références : une démarche expérimentale annoncée de type OPHERIC (observation, Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétations et Conclusion), l'analyse chimique In vitro et également les expériences historiques de Spallanzani.
- Alors que les visées éducatives s'avèrent d'ordres notionnel, éducatif et pédagogique.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du curriculum prescrit de la 9^{ème} année de base, nous fournit les résultats suivants :



2. 2. Manuel scolaire :

Nous rappelons, tout d'abord, que dans le cadre de notre recherche, nous avons choisi d'analyser les guides méthodologiques ainsi que les manuels scolaires afin de caractériser les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum potentiel.

Nous tenons à signaler, également, que pour analyser le manuel scolaire, nous avons procédé pareil que pour tous les documents écrits de notre corpus (programmes officiels, guides méthodologiques, fascicule de travaux pratiques). En effet, il s'agit toujours d'analyse de contenu. Au cours de laquelle, nous avons essayé de dégager les pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion, les formes que ces pratiques prennent et les fonctions que les auteurs de ce manuel leurs accordent. Pour cela, nous avons essayé de dégager ces expériences présentées dans ce manuel, les tâches respectives de l'enseignant et de ses élèves au cours de ces pratiques, les modalités didactiques et pédagogiques à mettre en place pour la mise en œuvre de l'enseignement expérimental de la digestion, les supports documentaires et instrumentaux mentionnés, les verbes d'actions employés et les sujets avec lesquels ces verbes sont conjugués, la démarche expérimentale annoncée, le problème ou la question autour desquels ces pratiques sont proposées, etc. Bref, toutes indications susceptibles d'éclaircir les formes de ces expériences et les fonctions qu'elles remplissent.

Le manuel scolaire analysé est celui de sciences naturelles actuellement opératoire en 3^{ème} année de l'enseignement secondaire section sciences expérimentales. Il s'agit de «*Manuel scolaire de sciences naturelles, 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, Tunis, CNP : 225 635* » (Annexe L2). Ce manuel est édité par le Centre National Pédagogique du Ministère de l'Éducation. Il est conçu par cinq auteurs, enseignants et inspecteurs de sciences naturelles. Il est censé être un outil de travail aussi bien pour les enseignants que pour les élèves. La lecture de ce manuel montre que l'enseignement expérimental de la digestion s'effectue dans le cadre du chapitre « LA DIGESTION ET L'ABSORPTION ». Nous allons commencer par présenter ce chapitre. Nos analyses se focaliseront, ensuite, sur les formes que l'enseignement expérimental prend et les fonctions que les auteurs de ce manuel lui assignent.

a. Présentation du chapitre «LA DIGESTION ET L'ABSORPTION» :

Ce chapitre s'étend sur dix-huit pages (p143 à 160) et présente, comme le reste des chapitres proposés dans ce manuel, les parties suivantes :

➤ Une première partie introductive (annexe L2, p143) : Cette partie introduit par le texte et l'image les notions qui vont être abordées dans ce chapitre. Les auteurs de ce manuel commencent par exposer les différentes glandes digestives (glandes salivaires, glandes stomacales, glandes intestinales, foie et pancréas). Ils annoncent ensuite, sommairement le rôle des sucs digestifs, la digestion en tant que simplification moléculaire et l'absorption au niveau de l'intestin grêle. Cette partie présente, également, différents schémas : un Schéma du tube digestif, un Schéma d'une glande de l'estomac, un modèle anatomique de l'appareil digestif de l'homme et une coupe microscopique d'une glande salivaire.

➤ « **Réfléchissons** » : cette partie présente un ensemble d'exercices qui sont au nombre de six. Chaque exercice porte sur un aspect de la digestion :

- L'anatomie du tube digestif : exercice 1
- Les lieux de la digestion des différents aliments : exercice 2
- Les résultats finaux de la digestion des aliments composants le lait et le pain : exercice 3
- Le devenir de l'amidon dans l'organisme d'un herbivore : exercice 4
- La digestion in Vitro : exercice 5
- Les glandes digestives et les sucs digestifs correspondants : exercice 6

Il paraît que via ces exercices, les auteurs de ce manuel cherchent à inciter les élèves à réfléchir sur les notions qui vont être abordées. Nous remarquons également que parmi les exercices proposés, celui N°5 porte sur la digestion expérimentale. Ainsi, cet exercice va constituer l'objet de nos analyses dans la partie consacrée aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion.

➤ « **Comprenons** » : Cette partie présente les connaissances et les notions liées à la digestion à acquérir. Elle renferme six paragraphes intitulés comme suit :

- « Digestion expérimentale de l'ovalbumine par la pepsine » (Annexe L2, p145).
- « Digestion de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire » (Annexe L2, p147).
- « Les enzymes et la simplification moléculaire » » (Annexe L2, p149).
- « Résultats de la digestion » » (Annexe L2, p150). .

- « Structures cellulaires impliquées dans la sécrétion et l'excrétion des enzymes » (Annexe L2, p154).
- « L'intestin grêle : surface d'échange entre les milieux extérieur et intérieur » » (Annexe L2, p155).

Dans cette partie, plusieurs pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion ont été détectées. Ces pratiques se trouvent proposées aux niveaux de la « Digestion expérimentale de l'ovalbumine par la pepsine » et la « Digestion de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire ». Ces expériences constitueront ainsi l'objet de nos analyses dans la partie consacrée aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion.

➤ « **Testons notre acquis** » : Cette partie permet d'évaluer, à travers les exercices qu'elle propose, les connaissances acquises par l'élève ainsi que sa capacité à les mobiliser dans l'analyse et l'interprétation des données. Il s'agit donc, d'un ensemble d'exercices au nombre de trois :

- Le premier traite l'influence de la concentration en enzyme et en substrat sur la vitesse d'une réaction.
- Le deuxième exercice est consacré à l'étude de l'influence de la température sur l'activité enzymatique.
- Le troisième porte sur l'influence du pH sur l'activité enzymatique.

Nous remarquons qu'aucun des exercices d'évaluation proposés dans cette partie, ne porte sur l'enseignement expérimental de la digestion.

➤ « **Informons-nous** » : Cette partie semble fournir aux élèves des informations supplémentaires sur le thème étudié. En effet, elle expose « la théorie du transport actif » qui montre que « l'absorption du glucose s'accélère lorsque le glucose est mélangé avec le sodium ».

Bilan :

La lecture du chapitre de « La DIGESTION ET L'ABSORPTION » montre que différentes pratiques expérimentales liées à la digestion se trouvent proposées : hydrolyse de l'amidon, hydrolyse de la pepsine, expériences historiques de Spallanzani, etc.

b. Analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse des différentes parties du chapitre « LA DIGESTION ET L'ABSORPTION » montre que :

- ➔ Diverses pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, sont proposées :
- La première pratique expérimentale est présentée dans la partie « réfléchissons ». Elle est évoquée dans le cadre d'un d'exercice (Exercice 5, Annexe L2, p144). Cet exercice porte sur la digestion expérimentale. Il s'interroge sur le but de pratiquer une telle digestion : «...pourquoi on réalise une digestion expérimentale... » ; et les conditions expérimentales qui doivent être respectées dans une telle pratique : « Quelles conditions sont nécessaires pour réaliser la digestion expérimentale ? ».
- La deuxième expérience proposée, par ce chapitre, appartient à la partie « Comprenons ». Il s'agit d'une expérience historique de digestion In Vitro de Spallanzani.
- La troisième expérience porte sur l'étude de la digestion de l'ovalbumine par la pepsine. Cette pratique appartient également à la partie « Comprenons » et vise à répondre aux deux questions suivantes : « comment mettre en évidence l'action digestive de la pepsine sur l'ovalbumine ? » et « Comment montrer les conditions d'action de la pepsine ? » Le protocole expérimental est exposé. Il s'agit de préparer une série de tubes à essai de compositions (pepsine, ovalbumine, eau, HCl), de pH et de températures différents. Les résultats sont schématisés et commentés. La conclusion est également donnée : « la pepsine dissout l'ovalbumine, en milieu acide et à 38°C » (Annexe L2, p145).
- La quatrième expérience s'intéresse à l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. Cette expérience vise à répondre aux deux questions suivantes : « comment mettre en évidence la digestion de l'amidon par l'amylase ? » et « Quelles sont les conditions de l'action enzymatiques ? » (Annexe L2, p147). Pour la première question, le protocole expérimental est expliqué, les résultats sont schématisés et commentés ; et la conclusion se trouve également donnée. En ce qui concerne la deuxième question, elle porte sur les conditions d'action de l'amylase salivaire. Les auteurs de ce manuel présentent le protocole expérimental. Il s'agit de préparer cinq tubes à essai en faisant varier le pH et la température. Les élèves sont invités à compléter les résultats et à les interpréter (Annexe L2, p149).

- Par ailleurs, nous remarquons que ces pratiques introduisent l'enseignement de la digestion en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales. Il paraît donc que l'enseignement expérimental de la digestion est valorisé par les auteurs de ce manuel.
- Ces pratiques semblent prendre différentes formes : expérience historique évoquée (Annexe L2, p145), exercice (Annexe L2, p144 et p149), manipulation (Annexe L2, p145-146), etc. Cependant, malgré la diversité de ces formes, l'analyse chimique *In vitro* demeure la forme dominante de ces pratiques.
- Ces expériences telles qu'elles sont annoncées semblent s'inscrire dans une forme d'investigation. Cependant, cette forme n'est qu'annoncée. En effet, bien que ces activités partent de questions, pour trois pratiques expérimentales sur les quatre proposées, le protocole expérimental est présenté, les résultats sont également fournis et interprétés. Ces activités prennent ainsi plutôt la forme de manipulation et d'expériences évoquées.
- Nous signalons également que bien que les auteurs de ce manuel valorisent l'enseignement expérimental de la digestion, ils ne le balisent pas et le laissent assez vaste. En effet, ces auteurs restent peu explicites quant aux modalités didactiques et pédagogiques adoptées pour la mise en œuvre de cet enseignement. En plus, les verbes d'action employés dans ces pratiques sont conjugués avec le pronom «on» ce qui ne fournit aucune indication sur les tâches respectives de l'enseignant et de ses élèves: « *on répartit l'ovalbumine dans 4 tubes, ...on ajoute quelques gouttes d'une solution de pepsine,* ». L'enseignement expérimental reste ainsi non balisé et assez vaste.
- Quant aux fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion, ces pratiques semblent remplir des fonctions notionnelles. Il s'agit de «...*mettre en évidence l'action digestive de la pepsine sur l'ovalbumine*», «...*les conditions d'action de pepsine...* », «...*mettre en évidence la digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase* », « *les conditions de l'action enzymatique* », etc. Des fonctions éducatives semblent également être détectées. En effet, ces pratiques sont susceptibles de développer chez les élèves le raisonnement scientifique (apprendre à observer, comparer, interpréter les résultats) et le savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie (apprendre à manipuler). Toutefois, les fonctions éducatives restent réduites par rapport aux fonctions notionnelles qui semblent être les plus détectées.

→ Le manuel scolaire semble joindre ainsi les objectifs spécifiques des programmes officiels (Annexe L1) quant aux fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion.

Bilan de l'analyse du manuel scolaire :

- Différentes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion se trouvent proposées dans ce manuel : hydrolyse de l'ovalbumine, hydrolyse de l'amidon, expériences historiques de Spallanzani, etc.
- Ce manuel semble rejoindre le guide méthodologique quant à la diversité des pratiques expérimentales liées à la digestion proposées. D'où une certaine cohérence interne au sein du curriculum potentiel
- Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part. Aucune forme d'évaluation de cet enseignement d'autre part. Ce qui confère à ce manuel une certaine incohérence interne.
- Ce manuel semble, par conséquent, rejoindre le guide méthodologique ainsi que les programmes officiels. Une certaine cohérence externe est ainsi née entre le curriculum prescrit et potentiel de la 3^{ème} année secondaire.
- Formes annoncées de ces pratiques : investigation expérimentale avec une démarche expérimentale (annoncée) de type : P.E.R.I.C (P : problème ou question, E : expérimentation, R : résultats, I : interprétation et C : conclusion)
- Formes réelles : expériences évoquées et manipulations.
- Ce manuel semble ainsi rejoindre le guide méthodologique quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion.
- Ce manuel reste peu explicite quant aux modalités didactiques et pédagogiques à adopter pour la mise en œuvre de cet enseignement. Les tâches respectives des élèves et de leur enseignant restent également implicites.
- Dans ces pratiques, la digestion est loin d'être problématisée autour du lien entre l'aliment et le nutriment. C'est plutôt l'aspect analytique, chimique et moléculaire de la digestion qui est visé.
- Les fonctions notionnelles semblent être les fonctions les plus détectées. Les fonctions éducatives restent cependant très limitées.
- Ce manuel semble ainsi rejoindre les objectifs spécifiques de l'enseignement expérimental de la digestion.

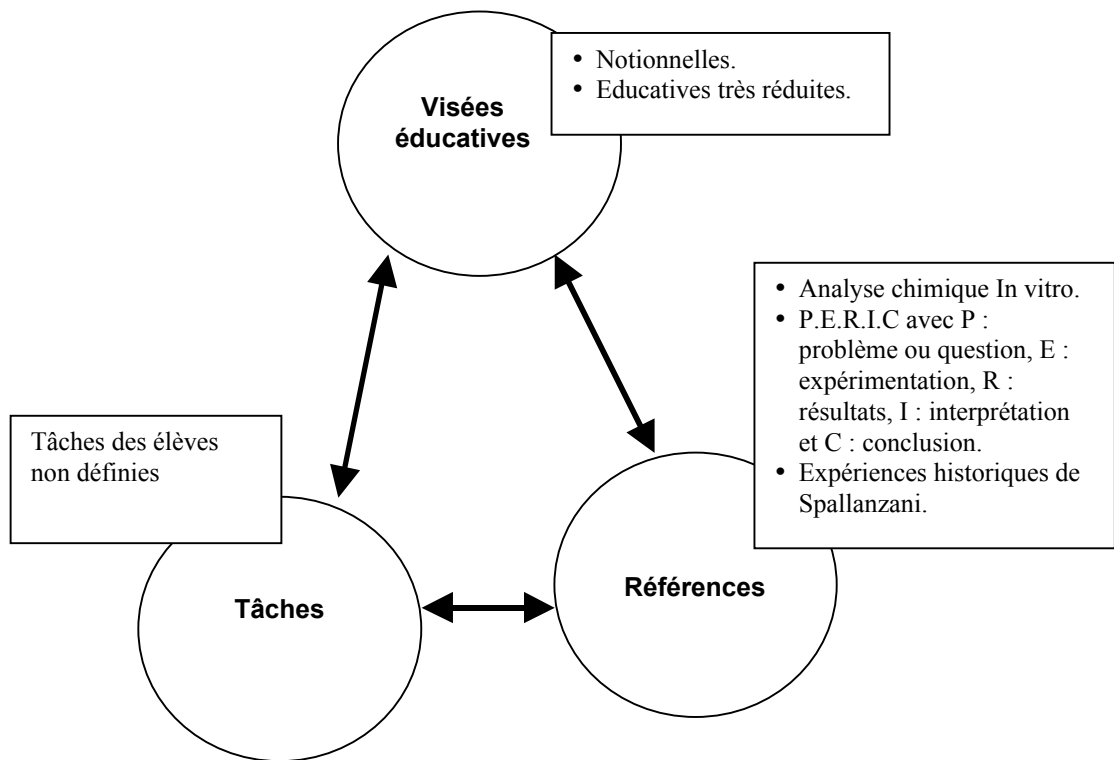
c. Analyse des corrélations entre formes et fonctions :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau du manuel scolaire de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hydrolyse de l'amidon par la salive ▪ Hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine ▪ Expérience historique de Spallanzani 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante ▪ Forme annoncée : d'investigation avec une démarche expérimentale de type P.E.R.I.C (P : problème ou question, E : expérimentation, R : résultats, I : interprétation et C : conclusion): ▪ Forme réelle : manipulations et expériences évoquées. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions notionnelles. ▪ Fonctions éducatives très réduites. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

L'application du schéma de Lebeaume (1999) au niveau du manuel scolaire de sciences naturelles destiné aux élèves de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, nécessite la définition, dans l'enseignement expérimental de la digestion, des tâches, des visées et de la référence. En 3^{ème} année secondaire, les activités expérimentales liées à la digestion, dans le manuel scolaire, consistent à l'hydrolyse de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire, à l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine, à analyser des expériences historiques de Spallanzani. Cependant, bien que ces tâches soient explicites, ce manuel reste assez implicite quant aux auteurs de ces tâches. Par conséquent le schéma de Lebeaume demeure incomplet du fait que les tâches des élèves restent non précisées. Par ailleurs, les visées de ces pratiques s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif. Ces activités expérimentales présentent différentes références : une démarche expérimentale annoncée de type P.E.R.I.C (P : problème ou question, E : expérimentation, R : résultats, I : interprétation et C : conclusion), l'analyse chimique In vitro et également les expériences historiques de Spallanzani.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du manuel scolaire de la 3^{ème} année secondaire, nous fournit les résultats suivants :



2.3. En conclusion :

Pour conclure, nous pouvons dire que l'analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum potentiel relatif à la 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, nous permet de faire le bilan suivant :

Bilan de l'analyse du curriculum potentiel (guide méthodologique et manuel scolaire) :

	Cohérences	Incohérences
Internes	<p>Curriculum potentiel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le guide comme le manuel présente différentes formes de pratiques expérimentales liées à la digestion : expériences historiques évoquées, projet de travaux pratiques, observation, exercice, etc. ▪ Le guide comme le manuel annonce des expériences d'investigation. Ces pratiques s'inscrivent en réalité dans une logique d'illustration de la digestion chimique. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Au sein du curriculum potentiel, pour les fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion, le guide semble rejoindre les recommandations générales des programmes officiels alors que le manuel semble rejoindre les objectifs spécifiques de ces instructions officielles
externes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental dans les curriculums prescrit et potentiel. ▪ Pas de formes d'évaluation de l'enseignement expérimental dans les curriculums prescrit et potentiel. ▪ Les fonctions notionnelles demeurent les plus évoquées dans ces deux niveaux du curriculum. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le curriculum potentiel est plus précis et plus riches quant aux formes des pratiques expérimentales liées à la digestion que le curriculum prescrit.

3. Analyse du curriculum réel :

Afin de dégager les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion prennent en classe et les fonctions qu'elles remplissent réellement, nous avons étudié quatre classes de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales CIA, CIB, CIC et CID. Ces classes appartiennent à différentes régions de la Tunisie. En effet, Cl.A appartient au lycée pilote de Sfax, Cl.B fait partie du lycée de Menzel Chaker, Cl.C est une classe du lycée de Sidi Bouzid alors que Cl.D appartient au lycée de Mateur. Pour chaque classe,

- Nous avons commencé par enregistrer (enregistrement audio vidéo) et observer des séquences d'enseignement expérimental de la digestion en 3^{ème} année secondaire.
- Nous avons ensuite interviewé les enseignants des sciences naturelles des classes préalablement observées, soit PrA exerçant en CIA, PrB de CIB, PrC exerçant en CIC et PrD exerçant en CID (Annexe L6). Ces enseignants étaient invités à décrire comment ils ont mené l'enseignement expérimental de la digestion et s'expliquer sur les rôles que cet enseignement peut jouer. Pour cela, nous leurs

avons demandé de répondre à certaines questions sur ces pratiques expérimentales (Annexe L4). Il s'agit des mêmes questions posées aux enseignants de sciences naturelles exerçant en 9^{ème} année de base. Comme exemples de questions posées nous pouvons citer ce qui suit :

- Qu'est-ce que vous avez fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ?
- selon vous, quels rôles peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?

▪ Et nous avons, à la fin, administré un questionnaire (Annexe L5) auprès des quatre classes observées, soit 69 élèves (L1 à L69) qui se répartissent comme suit : CIA : L1 - L17 ; CIB : L18 – L32 ; CIC : L33-L51 et CID : L52-L69. Ces lycéens étaient invités à décrire l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans leurs classes et expliquer ce qu'ils ont retenu, compris et appris de cet enseignement. Les questions posées à ces élèves étaient les suivantes :

- Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ?
- Qu'est ce que tu as retenu, compris et appris des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion

3.1. En ce qui concerne CIA :

a. Observations de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste à une hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. En effet, après avoir signalé le but de cette séance de travaux pratiques : « *on va déterminer les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire....* », PrA annonce l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire : « *....on doit faire ce qu'on appelle une digestion expérimentale...on va étudier l'hydrolyse de l'amidon par la salive* ». Nous remarquons déjà que c'est l'aspect biochimique et moléculaire de la digestion qui se trouve visé dans cet enseignement. Ces pratiques ont été simplement évoquées par l'enseignant. En effet, ce dernier commence par présenter et expliquer le protocole expérimental qu'il a projeté au rétroprojecteur pour une observation collective. Il s'agit du document 1 de la Fiche 19 du guide méthodologique (Annexe L2, p 153). Cependant, ce tableau ne présente que le protocole expérimental. En effet, PrA ne présente que les « **CONDITIONS EXPERIMENTALES** » avec la liste de tubes à essai numérotés de 1 à 9, le contenu de chaque tube ainsi que sa température et son pH. Les colonnes correspondant aux

observations (« OBSERVATIONS : au bout de 20 minutes) et à la « CONCLUSION » se trouvent vides. Cet enseignant expose, ensuite, les résultats, toujours en utilisant le rétroprojecteur. Dans ce transparent, PrA a schématisé les couleurs des tubes obtenues, au bout de 20 minutes du déroulement de l'expérience et suite à l'ajout de l'eau iodée et de la liqueur de Fehling. Après avoir commenté et interprété ces résultats, PrA projette de nouveau le tableau du départ avec les colonnes de résultats et de conclusion toujours vides. Mais il lui superpose un autre transparent où ces colonnes se trouvent complétées. Les élèves disposent ainsi d'un tableau complété avec le protocole expérimental bien détaillé, les observations obtenues au bout de 20 minutes et à la fin la conclusion.

Bien que PrA ait essayé d'impliquer ses élèves dans ces pratiques en leurs posant de temps en temps des questions, nous pensons que son degré de directivité était assez important. En effet, les tâches de ses élèves se trouvent réduites à l'observation, avec quelques fois la comparaison.

Ainsi, nous pouvons dire que l'enseignement expérimental de la digestion en CIA consiste en une hydrolyse de l'amidon par la salive. Il s'agit d'une expérience évoquée par l'enseignant. Ces pratiques semblent donc prendre la forme de d'analyse chimique évoquée par l'enseignant.

Cet enseignement semble remplir des fonctions notionnelles : « *déterminer les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire....* », les notions d'enzyme et de simplification moléculaire. Des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique semblent également être évoquées. En effet, les élèves de CIA étaient invités à observer et comparer. Ces fonctions restent cependant réduites par rapport aux fonctions notionnelles qui occupent le premier ordre des visées de ces pratiques.

Bilan :

→ Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées en CIA :

- Hydrolyse de l'amidon par la salive.

→ Formes :

- Expérience évoquée par l'enseignant (PrA) avec une démarche expérimentale de type : E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion)

→ Fonctions :

- Fonctions notionnelles
- Fonctions éducatives très réduites.

b. Entretien avec PrA :

En ce qui concerne PrA, cet enseignant a décrit l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans sa classe. En effet, PrA signale que la dernière séquence d'enseignement de la digestion porte «...sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire...j'ai enseigné comment l'amylase salivaire agit sur l'amidon et l'hydrolyse en sucre...quelle sont les conditions nécessaires à l'action de cette enzyme...pourquoi elle a besoin de ces conditions...comment on peut vérifier et montrer tout ça expérimentalement... ». Cet enseignant avoue également que ces pratiques ont pris la forme d'expérience évoquée : « ... j'aurais préféré que les élèves réalisent cette expérience ou au moins je réalise moi-même cette expérience devant eux ...mais c'est presque impossible car les indicateurs colorés qu'on a au lycée sont tellement vieux qu'ils ne sont plus actifs...".

PrA semble donc, être conscient des limites de la forme (expérience évoquée) que l'enseignement expérimental de la digestion, a pris dans sa classe. Cependant, par manque de matériels (indicateurs colorés non actifs), cet enseignant signale qu'il s'est trouvé obligé d'évoquer ces expériences.

Par ailleurs, PrA accorde à l'enseignement expérimental que des fonctions notionnelles. En effet, selon lui, "*Ces expériences...facilitent et aident les élèves à comprendre et à retenir les connaissances enseignées...car ces expériences vérifient les notions théoriques...les élèves ont l'occasion de voir comment vérifier expérimentalement les notions théoriques...comment ces expériences montre que la salive agit sur l'amidon et le transforme en sucre...comment la salive a besoin de certaines conditions bien précises pour agir....si non l'amylase salivaire n'est plus active...comme ça il n'y a plus de place aux doutes"*.

Ainsi, pour PrA, l'enseignement expérimental de la digestion vise à faciliter, vérifier et montrer les notions d'enzyme et de simplification moléculaire. Ici, les fonctions accordées à cet enseignement semblent être réduites aux notionnelles.

Bilan :

- Une conformité entre nos observations et les déclarations de PrA quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, PrA annonce une forme d'expérience évoquée.
- Cet enseignant accorde à cet enseignement des fonctions notionnelles.

c. Questionnaire auprès des élèves de CIA :

En CIA, nous avons administré le questionnaire auprès de 17 élèves (L1-L17). L'analyse des productions de ces lycéens, montre que ces élèves décrivent les pratiques expérimentales de la digestion telles qu'elles ont été proposées dans leurs classes. En effet, ces apprenants signalent que leurs tâches se sont limitées à l'observation de leur enseignant :

(L1) : « *Durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion, j'ai suivi monsieur qui a expliqué comment on réalise la digestion expérimental de l'amidon...* ».

(L4) : « *j'ai regardé les tubes à essai qu'on doit préparer pour faire l'expérience de l'amidon* ».

(L9) : « *j'ai observé monsieur. Il a enseigné les différentes étapes à faire dans l'expérience de l'hydrolyse de l'amidon. Il a enseigné aussi les résultats de chaque tube à essai.* »

Par ailleurs, ces lycéens semblent accorder à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions de scientificité et éducatives :

➔ Fonctions de scientificité : Les élèves de CIA interrogés, semblent accorder aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion des fonctions de scientificité. Ces dernières s'avèrent à deux volets :

- Fonctions notionnelles : 16 élèves sur les 17 lycéens interrogés évoquent des fonctions liées à l'explication et la vérification de notions de la digestion chimique. En effet, pour ces élèves, l'enseignement expérimental de la digestion permet de "comprendre", "retenir" et "apprendre" les notions d'enzyme et de simplification moléculaire.

Comme exemples de réponses nous pouvons citer :

L2 : « *...la compréhension de l'intervention des sucs digestifs dans la digestion chimique* ».

L7 : « *j'ai compris comment la salive agit sur l'amidon et le transforme en sucre* »

L13 : « *j'ai appris que dans la bouche l'amidon se transforme en sucre sous l'action de la salive* »

- Fonctions Epistémologiques: Un seul élève (L1) de CIA considère que les pratiques expérimentales liées à la digestion lui permettent de comprendre l'importance des expériences en sciences naturelles. Ces pratiques assurent ainsi à cet élève une certaine formation épistémologique. Nous remarquons ainsi que ces fonctions se trouvent évoquées pour la première fois. En effet, nous n'avons pas détecté ces fonctions lors des analyses du corpus relatif à l'enseignement de base (collège). Cependant, ces fonctions restent très réduites par rapport aux notionnelles.

Exemple de réponse :

L1 : *"on a appris que les expériences inventent les connaissances en sciences naturelles"*.

- Fonctions éducatives : 2 élèves sur les 17 interrogés semblent accorder à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique :

Exemples de réponses :

L13 : *"j'ai appris comment comparer les résultats pour arriver à connaître les conditions nécessaire à l'action de l'amylase salivaire "*.

L15 : *«j'ai appris à mettre les résultats sous forme de tableau pour chaque tube à essai puis à tirer une conclusion sur l'amylase salivaire »*.

Bilan :

- Une certaine compatibilité entre les déclarations de ces lycéens et nos observations quant au déroulement de l'enseignement expérimental dans leur classe. En effet, ces élèves ont signalé que cet enseignement a pris la forme d'expérience évoquée de l'hydrolyse de l'amidon.
- La forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion, telle qu'elle est décrite par ces élèves, demeure l'analyse chimique In vitro. En effet, c'est toujours l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé.
- Ces lycéens accordent à ces pratiques des fonctions de scientificité avec deux volets notionnel (16/17) et épistémologique (1/17). Des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (2/17) semblent également être détectées. Nous notons, cependant, à signaler que les fonctions éducatives et épistémologiques restent très réduites par rapport aux fonctions notionnelles.

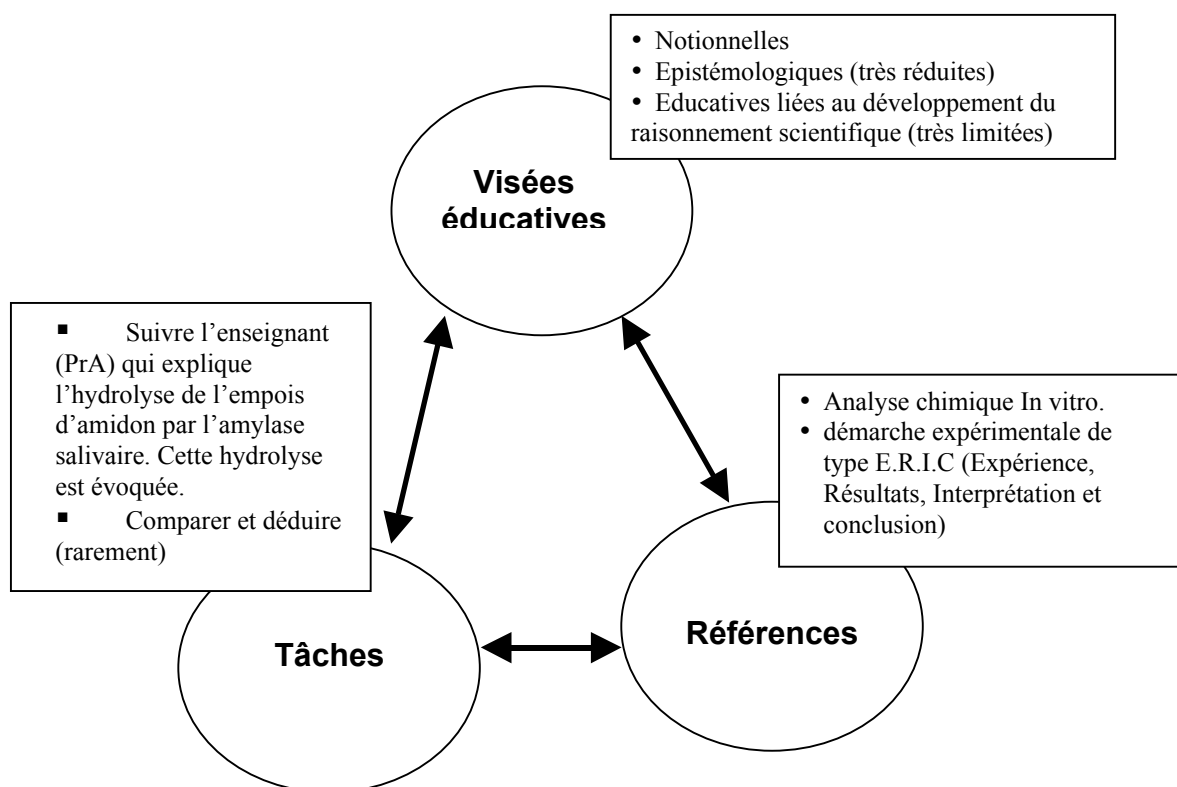
d. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans CIA :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans CIA, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante. ▪ Forme réelle : expérience évoquée par PrA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité : notionnelles (16/17) et épistémologique (1/17) (très réduites) ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (2/17) (très réduites). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité avec valorisation des fonctions épistémologiques ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie ▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs, en ce qui concerne CIA, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, nos observations, les déclarations des collégiens ainsi que de leur enseignant semblent converger vers les points suivants :

- Les tâches des élèves consistent à suivre l'enseignant (PrA) en train d'expliquer l'hydrolyse de l'amidon.
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CI1, s'avèrent d'ordre notionnel, épistémologique (très réduit) et éducatif (très limité)
- La démarche expérimentale de type E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion) et l'analyse chimique In vitro présentent les références principales dans cet enseignement.



3.2. En ce qui concerne CIB :

a. Observations de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :

Pour CIB, l'enseignement expérimental de la digestion consiste à l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. Il s'agit d'une analyse chimique In vitro réalisée par PrB. Ce dernier a procédé pareil que PrA. Donc, après l'annonce du but de la séance, PrB présente et explique le protocole expérimental en faisant référence au document 1 de la Fiche 19 du guide méthodologique. PrB projette ce tableau mais il expose que la colonne correspondant au protocole expérimental « CONDITIONS EXPERIMENTALES ». En effet, les colonnes portant sur les résultats et la conclusion se trouvent couvertes par un bout de papier que PrB superpose sur une partie du transparent. Ainsi, les élèves disposent que du protocole expérimental. Cet enseignant se met ensuite, à réaliser sur sa paillasse les différentes étapes de cette expérience en les commentant. A la fin, il garde sur sa paillasse que les tubes colorés à l'eau iodée et

à la liqueur de Fehling. Il présente les colorations obtenues, les commente, les explique et les interprète. Il décèle, aux élèves, la colonne des résultats qu'il lit. Il finit par enlever complètement le bout de papier qu'il superposait sur le transparent. Les élèves disposent donc du tableau entier (document 1, Annexe L2 p153) avec le protocole expérimental, les résultats et la conclusion. Ici, le degré de directivité de l'enseignant s'avère important. En effet, bien que PrB pose continuellement des questions à ces élèves les invitant à observer, comparer et à interpréter les résultats trouvés, cet enseignant n'hésite pas à fournir les réponses à ces questions là où il sent que ses élèves mettent un peu de temps pour répondre.

En CLB, l'enseignement expérimental de la digestion consiste donc en l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. Il s'agit d'une analyse chimique *In vitro* réalisée par PrB. Ces pratiques semblent ainsi prendre la forme de démonstration faite par l'enseignant. Dans cet enseignement, la digestion demeure problématisée autour de la digestion chimique et la simplification moléculaire. C'est l'aspect biochimique voir moléculaire qui se trouve valorisé dans cet enseignement.

Par ailleurs, les fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion semblent être, du premier ordre, notionnelles. Des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique se trouvent également détectées.

Bilan :

→ Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées en CIB :

- Hydrolyse de l'amidon par la salive.

→ Formes :

- Manipulation réalisée par l'enseignant (PrA) sous forme de démonstration, avec une démarche expérimentale de type : E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion)

→ Fonctions :

- Fonctions notionnelles
- Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique.

b. Entretien avec PrB :

PrB décrit l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans sa classe. En effet, dans son discours, cet enseignant signale que "*durant la dernière séquence sur la digestion...j'ai réalisé une expérience d'hydrolyse d'amidon par l'amylase salivaire devant les élèves...pour leurs expliquer comment l'amylase salivaire transforme l'amidon en sucre...pourquoi on appelle cette réaction de simplification moléculaire... ou d'hydrolyse...comment chaque enzyme a besoin de certaines conditions pour agir...*". Nous remarquons ainsi une certaine compatibilité entre les

déclarations de PrB concernant l'enseignement expérimental de la digestion et nos observations.

Par ailleurs, en réponse à la question concernant les rôles que l'enseignement expérimental de la digestion peut jouer, PrB signale que : *"ces pratiques expérimentales...liées à la digestion.....aident les élèves à comprendre... et à retenir le cours car lorsqu'on réalise une expérience de digestion de l'amidon par la salive devant les élèves...elle illustre le cours...dans ce cas, ...les résultats viennent des expériences réelles et concrètes ce qui facilitent et aident les élèves à comprendre et à retenir les connaissances enseignées...les élèves retiennent et croient plus aux choses qu'ils voient qu'aux choses enseignées théoriquement"*.

PrB semble ainsi accorder à l'enseignement expérimental de la digestion uniquement des fonctions d'ordre notionnel. Cet enseignant rejoint par conséquent, son collègue PrA.

Bilan :

- Une compatibilité entre nos observations et les déclarations de PrB quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, il s'agit de manipulation réalisée par PrB.
- PrB accorde à cet enseignement des fonctions notionnelles. Il rejoint ainsi PrA.

c. Questionnaire auprès des élèves de CIB :

En CIB, nous avons administré le questionnaire auprès de 15 élèves (L18-L32). L'analyse des productions de ces lycéens, montre que ces élèves décrivent les pratiques expérimentales de la digestion telles qu'elles ont été proposées dans leurs classes. En effet, ces apprenants signalent que leurs tâches se sont limitées à observer leur enseignant et à répondre de temps en temps à ses questions :

L19 : «j'ai suivi Monsieur. Il a fait l'expérience de l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire»

L21 : « *Durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion, j'ai regardé comment monsieur a réalisé l'expérience d'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire....* ».

L27 : « j'ai regardé monsieur comment il a préparé les tubes à essai pour réaliser l'expérience de l'hydrolyse de l'amidon par la salive »...

Par ailleurs, ces lycéens semblent accorder à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions de scientificité et éducatives :

➔ Fonctions de scientificité : Les élèves de CIA interrogés, semblent accorder aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion des fonctions de scientificité. Ces dernières s'avèrent à deux volets :

a. Fonctions notionnelles : 12 élèves sur les 15 lycéens interrogés évoquent des fonctions liées à l'explication et la vérification de notions de la digestion chimique. En effet, pour ces élèves, l'enseignement expérimental de la digestion permet de "comprendre", "retenir" et "apprendre" les notions d'enzyme et de simplification moléculaire.

Comme exemples de réponses nous pouvons citer :

L18 : *"j'ai retenu que les enzymes ont besoin d'une température et d'un pH bien précis pour agir...comme l'amylase salivaire a besoin d'un pH neutre pour agir ».*

L24 : *"j'ai compris que la salive agit sur l'amidon dans la bouche et le transforme en sucre »*

L31 : *"on a retenu la définition de la digestion, où se fait la digestion de l'amidon comment la salive transforme l'amidon en sucre".*

b. Fonctions Epistémologiques: Deux élèves (L24 & L29) de CIB considèrent que les pratiques expérimentales liées à la digestion lui permettent de comprendre l'importance des expériences en sciences naturelles. Ces pratiques assurent ainsi à ces élèves une certaine formation épistémologique.

Exemple de réponse :

L19 : *"j'ai appris qu'à l'aide des expériences de l'hydrolyse de l'amidon on comprend que c'est la salive qui transforme de l'amidon...on fait toujours des expériences en sciences naturelles pour comprendre le corps".*

L24 : *"j'ai appris des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion que nous utilisons les expériences pour connaître la vérité en sciences naturelles"*

➔ Fonctions éducatives : 3 élèves sur les 15 interrogés semblent accorder à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique :

Exemples de réponses :

L19 : "...on a appris à observer comment les couleurs des tubes changent et à comparer les tubes".

L25 : « j'ai appris qu'on doit comparer entre les résultats trouvés pour trouver la conclusion »

L32 : « j'ai compris comment en comparant entre les résultats trouvés pour tous les tubes même les tubes témoin on tire la conclusion sur les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire ».

Bilan :

- Une certaine compatibilité entre les déclarations de ces lycéens et nos observations quant au déroulement de l'enseignement expérimental dans leur classe. En effet, ces élèves ont signalé que cet enseignement consiste à une hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. Il s'agit de manipulation réalisée par PrB.
- La forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion, telle qu'elle est décrite par ces élèves, demeure l'analyse chimique In vitro. En effet, c'est toujours l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé.
- Ces lycéens accordent à ces pratiques des fonctions de scientificité avec deux volets notionnel (12/15) et épistémologique (2/15). Des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (3/15) semblent également être détectées.
- Nous notons, cependant, à signaler que les fonctions éducatives et épistémologiques restent très réduites par rapport aux fonctions notionnelles.
- Les collégiens de CIB semblent rejoindre les sujets de CIA quant aux fonctions accordées à l'enseignement expérimental de la digestion.

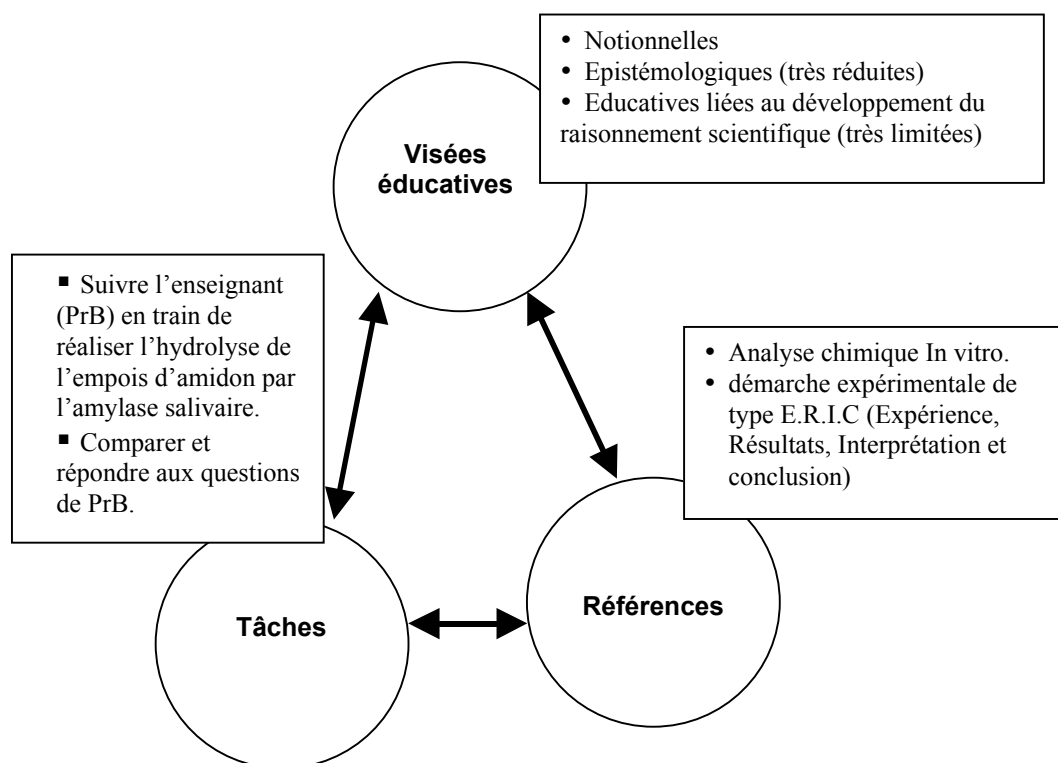
d. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans CIB :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans CIB, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante. ▪ Forme réelle : manipulation sous forme de démonstration réalisée par PrB 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité : notionnelles (1/15) et épistémologique (2/15) (très réduites) ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (3/15) (très réduites). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité avec valorisation des fonctions épistémologiques ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie ▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs, en ce qui concerne CIB, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, nos observations, les déclarations des collégiens ainsi que de leur enseignant semblent converger vers les points suivants :

- Les tâches des élèves consistent à suivre l'enseignant (PrB) en train de réaliser l'hydrolyse de l'amidon, répondre de temps en temps à ses questions et comparer entre les différents résultats.
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CIB, s'avèrent d'ordre notionnel, épistémologique (très réduit) et éducatif (très limité)
- La démarche expérimentale de type E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion) et l'analyse chimique In vitro présentent les références principales dans cet enseignement.



3.3. En ce qui concerne CIC :

a. Observations de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :

En CIC, les pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion consistent en une expérience d'hydrolyse d'amidon. Il s'agit toujours, pareil que pour CIA et CIB, d'une analyse chimique In vitro. Cependant en CIC, cette analyse a été réalisée par l'enseignant et ses élèves. Nous notons ainsi, malgré le degrés de directivité assez important de PrC, une certaine richesse en CIC, par rapport aux CIA et CIB, quant à l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, ici, les élèves ont participé à la réalisation de la digestion artificielle de l'amidon.

Dans cet enseignement, PrC, a procédé pareil que PrB. En effet, il a expliqué le protocole expérimental. Il s'agit toujours de projeter le document 1 en cachant les colonnes respectives aux résultats et aux conclusions. Les élèves ont été invités à réaliser les différentes étapes de ce protocole expérimental. Pour ces élèves, il s'agit d'une véritable « application de recette ». PrC contrôle de proche le déroulement de cette expérience et n'hésite pas à intervenir et à manipuler. A la fin de cette expérience, l'enseignant commente les résultats trouvés et il les interprète.

Ainsi, en CIC, l'enseignement expérimental de la digestion semble prendre la forme de manipulation réalisée par les élèves et leur enseignant. L'analyse chimique In vitro demeure dominante. Ces pratiques semblent remplir différentes fonctions : notionnelles et éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire liés à la manipulation en biologie.

Bilan :

→ Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées en CIC :

- Hydrolyse de l'amidon par la salive.

→ Formes :

- Manipulation réalisée par les élèves sous le guidage de leur enseignant (PrC), avec une démarche expérimentale de type : E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion)

→ Fonctions :

- Fonctions notionnelles
- Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire liés à la manipulation en biologie.

b. Entretien avec PrC :

Cet enseignant décrit la séquence d'enseignement expérimental de la digestion telle que nous l'avons filmée. En effet, PrC a signalé dans ce discours que « la dernière séquence de la digestion » portait sur « la digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase salivaire...mes élèves ont réalisé cette expérience...je les ai suivis pour qu'ils ne se trompent pas dans le protocole expérimental...les deux expériences réalisées étaient réussites... puis les élèves ont interprété les résultats...et à la fin ils ont conclut sur les conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire". Une certaine comptabilité est ainsi détectée entre nos observations et le discours de PrC.

Par ailleurs, dans son discours, PrC, semble minimiser son degré de directivité dans ces pratiques et valoriser les tâches des élèves. Or, au cours de nos observations, nous avons remarqué que PrC était l'acteur principal dans ces pratiques. En effet, nous avons détecté qu'en aucun moment, les élèves se sont trouvaient livrer à eux-mêmes et progresser d'une manière autonome. Ces sujets étaient plutôt mis dans une situation d' « application de recette » donnée par PrC. En plus, l'interprétation des résultats et la conclusion étaient presque totalement fournis par PrC. Le discours de cet enseignant ne semble pas donc être en compatibilité totalement avec nos observations.

Quant à la question relative aux rôles joués par l'enseignement expérimental de la digestion, PrC semble accorder à ces pratiques différentes fonctions : « Ces expériences ont plusieurs rôles à mon avis... ». PrC accorde à l'enseignement expérimental des fonctions notionnelles : « ...premièrement ces expériences aident beaucoup les élèves à comprendre le cours...la notion d'enzyme...de simplification moléculaire...la digestion chimique...toutes les notions de cours sont expliquées et montrées par ces expériences.... ». Cet enseignant évoque également des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition d'habiletés manuelles liées aux pratiques expérimentales en biologie : « ...en plus, dans une séance de TP les élèves se trouvent obligés à réfléchir plus...et participer plus...car se sont eux qui participent à trouver les résultats finaux...ils manipulent ...ils interprètent les résultats...les élèves apprennent aussi à manipuler dans ces expériences... ». Nous avons également détecté des fonctions pédagogiques dans le discours de PrC : « ...ils apprennent aussi à travailler avec leurs amis...car en TP ils sont obligés de manipuler en groupe...ils apprennent beaucoup de choses à mon avis avec ces expériences...". Ainsi, PrC semble accorder à l'enseignement expérimental de la digestion différentes fonctions : notionnelles, éducatives et pédagogiques. Ce qui ne semble pas être en cohérence avec nos observations. En effet, lors du déroulement de la séquence de cet enseignement, nous avons détecté que des fonctions notionnelles et éducatives.

Bilan :

- Les déclarations de PrC quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion semblent être en discordance partielle avec nos observations. En effet, PrC déclare que l'enseignement expérimental de la digestion consiste à une digestion artificielle de l'amidon par la salive et que cette hydrolyse a été réalisée par ces élèves. Cependant, PrC semble valoriser les tâches de ses apprenants dans cette manipulation les présentant comme les acteurs principaux de ces activités. Or lors de nos observations, nous avons remarqué que les élèves de CIC ne se sont, en aucun moment de la séance, trouvés livrés à eux-mêmes et progresser d'une manière autonome.
- PrC accorde à cet enseignement des fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques.

c. Questionnaire avec les élèves de CIC :

En CIC, nous avons administré le questionnaire auprès de 19 élèves (L33-L51). L'analyse des productions de ces lycéens, montre que ces élèves décrivent les pratiques expérimentales de la digestion telles qu'elles ont été proposées dans leur

classe. En effet, ces apprenants déclarent qu'ils ont participé à la réalisation de la digestion expérimentale de l'amidon :

L35 : « *j'ai préparé les tubes à essai...j'ai vu que la salive agit sur l'amidon et transforme l'amidon en sucre* »

L42 : « *J'ai fait l'expérience d'hydrolyse d'amidon par la salive...j'ai suivi les étapes que Monsieur a expliqué...j'ai préparé avec monsieur des tubes à essai...on a montré que l'amylase salivaire agit sur l'amidon et le transforme en maltose...et que l'amylase salivaire est une enzyme qui a besoin d'une température précise pour agir et aussi d'un pH précis* »

L49 : « *J'ai numéroté les tubes à essai...j'ai préparé ces tubes...comme Monsieur nous a demandé...j'ai écrit les résultats trouvés...* ».

Dans leurs discours, ces élèves semblent ainsi mieux refléter que leur enseignant, la réalité de leur classe. En effet, nous avons remarqué que PrC essaie, dans ses déclarations, de valoriser les tâches réalisées par les élèves ce qui est en discordance avec nos observations.

Par ailleurs, ces lycéens semblent accorder aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion différentes fonctions. Ces fonctions s'avèrent notionnelles et éducatives :

➔ Fonctions notionnelles : 15 élèves sur les 19 lycéens interrogés évoquent des fonctions liées à l'explication et la vérification de notions de la digestion chimique.

Comme exemples de réponses nous pouvons citer :

L34 : « *j'ai compris que la salive agit sur l'empois d'amidon et que la salive renferme une enzyme digestive appelée l'amylase salivaire* »

L42 : « *j'ai appris que l'hydrolyse de l'amidon se réalise dans la bouche sous l'action de la salive* ».

L50 : « *j'ai appris que la salive hydrolyse l'amidon et que l'amylase salivaire a besoin de conditions bien déterminées pour agir* »

➔ Fonctions éducatives : 14 élèves de CIC sur les 19 interrogés accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions éducatives :

▪ Liées à l'acquisition de savoir-faire relatifs aux pratiques expérimentales en biologie : 9 élèves sur les 19 interrogés considèrent que l'enseignement expérimental de la digestion permet d'acquérir une certaine habilités manuelles relatives à la manipulation en biologie.

Exemples de réponses :

L36 : "avec les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion j'ai appris *la faculté de pouvoir préparer des expérience...*".

L46 : "...*on a appris à faire des expérience et à préparer des tubes à essai...*"

L51 : « j'ai appris à préparer les tubes à essai, à ajouter les indicateurs colorés pour voir si l'amidon disparaît et se transforme en sucre »

▪ Liées au développement du raisonnement scientifique : 5 lycéens sur les 19 interrogés considèrent que l'enseignement expérimental de la digestion contribue à développer chez les élèves le raisonnement scientifique.

Exemples de réponses :

L33 : "*j'ai appris à observer les colorations du tubes à essai et à comparer entre ces tubes pour trouver la conclusion* »".

L38 : « *j'ai appris à comparer entre les tubes et les tubes témoin pour savoir que la salive agit sur l'amidon et le transforme en sucre* »

L46 : « *j'ai appris comment comparer entre les tubes à essai et trouver que la salive agit sur l'amidon et le transforme en sucre* »

Bilan :

- Une certaine compatibilité entre les déclarations de ces lycéens et nos observations quant au déroulement de l'enseignement expérimental dans leur classe. En effet, ces élèves ont signalé qu'ils ont participé à l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. Il s'agit de manipulation réalisée ces élèves sous le guidage de leur enseignant PrC.
- Ces collégiens semblent ainsi mieux refléter que leur enseignant, la réalité de leur classe
- La forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion, telle qu'elle est décrite par ces élèves, demeure l'analyse chimique In vitro. En effet, c'est toujours l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé.
- Ces lycéens accordent à ces pratiques des fonctions notionnelles (15/19). Des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (5/19) et à l'acquisition de savoir faire lié aux pratiques expérimentales en biologie (9/19) semblent également être détectées.

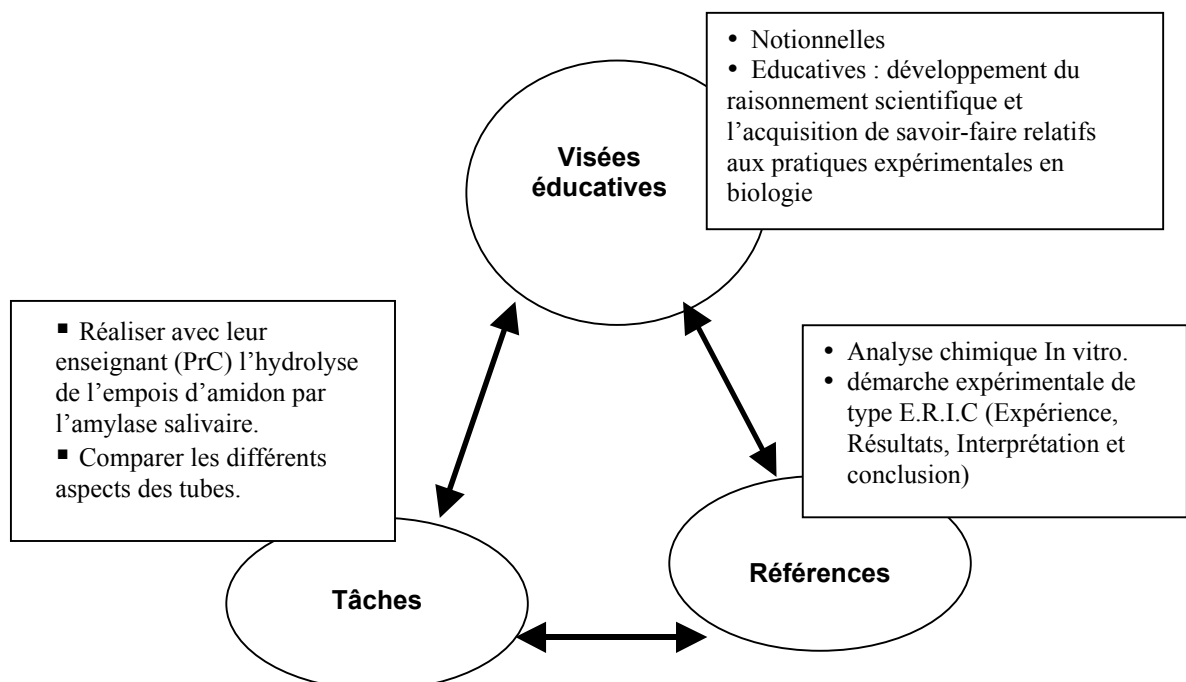
d. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans CIC :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans CIC, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante. ▪ Forme réelle : manipulation réalisée par les élèves sous le guidage de PrC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions notionnelles (15/19) ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (5/19) et à l'acquisition de savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie (9/19) (très réduites). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs, en ce qui concerne CIC, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion :

- Les tâches des élèves consistent à préparer les tubes à essai en suivant le protocole expérimental fourni par leur enseignant (PrC) et à comparer entre les différents résultats.
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CI1, s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif.
- La démarche expérimentale de type E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion) et l'analyse chimique In vitro présentent les références principales dans cet enseignement.



3.4. En ce qui concerne CID :

a. Observations de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :

Les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées dans CID, consistent à une hydrolyse de l'amidon par la salive et une hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine. Plus exactement, les élèves se trouvent partagés en deux groupes : un groupe s'est chargé de l'hydrolyse de l'amidon et l'autre groupe a réalisé l'hydrolyse de l'ovalbumine. Cet enseignement s'avère ainsi plus riche que ceux déjà observés aux niveaux de CIA, CIB et CID. Cependant, l'analyse chimique in vitro demeure dominante dans cet enseignement.

PrD commence par expliquer les deux protocoles expérimentaux. Pour ce faire, il présente, tout en cachant les colonnes des résultats et des conclusions, le document 1 et le document 2 de la fiche 19 du guide méthodologique (Annexe L2, p153-154). Ces documents se trouvent projetés, sur des transparents, pour une observation collective. Chaque groupe était invité à suivre le protocole expérimental de la digestion expérimentale dont il est chargé. Les élèves se partageaient les tâches et manipulaient en groupe. Le degré de directivité de PrD semble être le moins important dans les quatre classes observées.

Ainsi, en CID, l'enseignement expérimental de la digestion semble prendre la forme de manipulation réalisée par les élèves. Cependant l'analyse chimique In vitro demeure la forme dominante de cet enseignement. Les fonctions accordées à cet enseignement semblent être diverses : des fonctions notionnelles et fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition d'un certain savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie. Des fonctions pédagogiques ont été également détectées. En effet, les élèves de CID ont été invités à travailler en équipes. Ce qui leur offre une occasion pour interagir, communiquer et discuter entre eux.

Bilan :

→ Activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées en CID :

- Hydrolyse de l'amidon par la salive.
- Hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine.

→ Formes :

- Manipulation réalisée par les élèves.
- Une démarche expérimentale annoncée de type : Q.E.R.I.C (Question, Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion).

→ Fonctions :

- Fonctions notionnelles
- Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire liés à la manipulation en biologie.
- Fonctions pédagogiques

b. Entretien avec PrD :

Dans ses déclarations, PrD semble décrire l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il s'est déroulé dans sa classe : *« durant la dernière séquence sur la digestion...j'ai partagé les élèves en deux groupes...un groupe a réalisé l'expérience de digestion de l'amidon par la salive...et l'autre groupe a réalisé l'expérience de l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine... ».*

Cependant, PrD semble être conscient du fait que les enseignants sont invités à réaliser, selon les programmes officiels, un seul exemple (l'hydrolyse de l'amidon ou l'hydrolyse de l'ovalbumine) : *« ...on est demandé de réaliser un seul exemple... ».* Mais cet enseignant préfère que ses élèves réalisent les deux exemples afin de les aider à comprendre les notions d'enzymes et de simplification moléculaire : *« ...mais je veux toujours que les élèves réalisent ces deux expériences.... » Pour qu'ils arrivent à comprendre... que dans les deux cas il y a une simplification moléculaire... et que ce sont des enzymes digestives qui sont responsables de ces hydrolyses...et que...aussi pour agir... ces enzymes ont besoins de conditions spécifiques de température, de PH et de substrat... ».*

Le discours de PrD semble donc être en compatibilité avec nos observations. L'enseignement expérimental de la digestion consiste à d'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et de l'ovalbumine par la pepsine. Cet enseignement prend la forme de manipulation réalisée par les élèves.

Par ailleurs, PrD semble accorder à l'enseignement expérimental différentes fonctions. En effet, en réponse à la question relative aux rôles de l'enseignement expérimental, cet enseignant signale que *« ces pratiques expérimentales jouent plusieurs rôles... ».* Pr D évoque des fonctions notionnelles : *« dans ces expériences...les résultats viennent de leurs propres manipulations...ce qui aident les élèves à comprendre et à mémoriser... ».* Des fonctions éducatives ont été également détectées : *« ces expériences offrent aux élèves une occasion pour manipuler...apprendre à manipuler...bien que ce sont des manipulations simples...la digestion expérimentale de l'amidon par la salive et de l'ovalbumine par la pepsine...mais à mon avis c'est très important pour les élèves car ils ne font pas beaucoup de manipulations en sciences naturelles...ces expériences leurs permettent d'apprendre à préparer des tubes à essai, à surveiller les différents facteurs...la température... le PH... ...c'est une occasion pour réfléchir...pour poser des questions... ».* PrD accorde également à ces expériences des

fonctions pédagogiques : « *dans ces expériences ils se trouvent dans une situation de groupe...ils apprennent à progresser en groupe et c'est pas aussi facile pour eux...* ».

PrD accorde donc à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques.

Bilan :

- Une compatibilité entre nos observations et les déclarations de PrD quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, il s'agit de manipulations sur l'hydrolyse de l'amidon et de l'ovalbumine réalisées par les élèves.
- PrD accorde à cet enseignement des fonctions notionnelles, éducatives et pédagogiques. Il semble ainsi rejoindre PrC.

c. Questionnaire avec les élèves de CID :

En CID, nous avons administré le questionnaire auprès de 18 élèves (L52-L69). L'analyse des productions de ces lycéens, montre que ces élèves décrivent les pratiques expérimentales de la digestion telles qu'elles ont été proposées dans leurs classes. En effet, ces apprenants signalent qu'ils ont été partagé en deux groupes : l'un a réalisé la digestion expérimentale de l'amidon et l'autre s'est chargé de l'hydrolyse de l'ovalbumine.

Exemples de réponses :

L53 : « *Durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion, Monsieur nous a partagé en deux groupes. Moi j'ai été dans le groupe qui a réalisé la digestion expérimentale de l'amidon. J'ai préparé un tube. J'ai contrôlé sa température et son pH et chacun de mes amis a préparé un tube. A la fin on a eu de bons résultats.* ».

L59 : « *j'ai fait l'expérience de l'amidon par la salive et l'autre groupe a fait l'expérience de l'ovalbumine* »

L65 : « *On a fait l'hydrolyse de l'amidon par la salive et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...moi j'ai travaillé dans le groupe de l'ovalbumine. J'ai préparé des tubes à essai avec mes amis. On a montré que les conditions nécessaires à l'action de la pepsine et de l'amylase salivaire* »

Par ailleurs, ces lycéens semblent accorder aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion différentes fonctions. Ces fonctions s'avèrent notionnelles et éducatives :

→ Fonctions notionnelles : 14 élèves sur les 18 lycéens interrogés évoquent des fonctions liées à l'explication et la vérification de notions de la digestion chimique.

Comme exemples de réponses nous pouvons citer :

L55 : *« j'ai appris que l'amylase salivaire hydrolyse l'amidon dans la bouche et la pepsine hydrolyse l'ovalbumine dans l'estomac ».*

L62 : *« j'ai appris que la salive a besoin des mêmes conditions de la bouche pour agir sur l'amidon »*

L69 : *« j'ai retenu que la salive agit sur l'amidon et le transforme en sucre et la pepsine transforme l'ovalbumine en acides aminés »*

→ Fonctions éducatives : 16 élèves de CID sur les 19 interrogés accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions éducatives :

▪ Liées à l'acquisition de savoir-faire relatifs aux pratiques expérimentales en biologie : 14 élèves sur les 18 interrogés considèrent que l'enseignement expérimental de la digestion permet d'acquérir une certaine habileté manuelle relative à la manipulation en biologie.

Exemples de réponses :

L57 : *« j'ai appris à réaliser l'expérience de l'amidon par la salive. J'ai appris comment préparer les tubes à essai »*

L59 : *« ...j'ai appris aussi à manipuler dans l'expérience de l'hydrolyse de l'ovalbumine... »*

L63 : *« ...j'ai appris à choisir des tubes à essai propre...j'ai appris à numéroter ces tubes pour les connaître ensuite... »*

▪ Liées au développement du raisonnement scientifique : 2 lycéens sur les 18 interrogés considèrent que l'enseignement expérimental de la digestion contribue à développer chez les élèves le raisonnement scientifique.

Exemples de réponses :

L53 : *"on a appris à réfléchir pour déterminer le nombre de tubes à faire".*

L65 : *« j'ai appris à mettre tous les résultats qu'on trouve dans un tableau...j'ai appris aussi à comparer entre ces résultats pour trouver les conditions nécessaires à l'action de la salive par l'amylase salivaire »*

Bilan :

- Une certaine compatibilité entre les déclarations de ces lycéens et nos observations quant au déroulement de l'enseignement expérimental dans leur classe. En effet, ces élèves ont signalé qu'ils ont participé à l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et la digestion artificielle de l'ovalbumine par la pepsine. Il s'agit de manipulation réalisée par ces élèves. Le degré de directivité de PrD s'avère limité.
- La forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion, telle qu'elle est décrite par ces élèves, demeure l'analyse chimique In vitro. En effet, c'est toujours l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé.
- Ces lycéens accordent à ces pratiques des fonctions notionnelles (14/18). Des fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (2/18) et à l'acquisition de savoir faire lié aux pratiques expérimentales en biologie (14/18) semblent également être détectées.

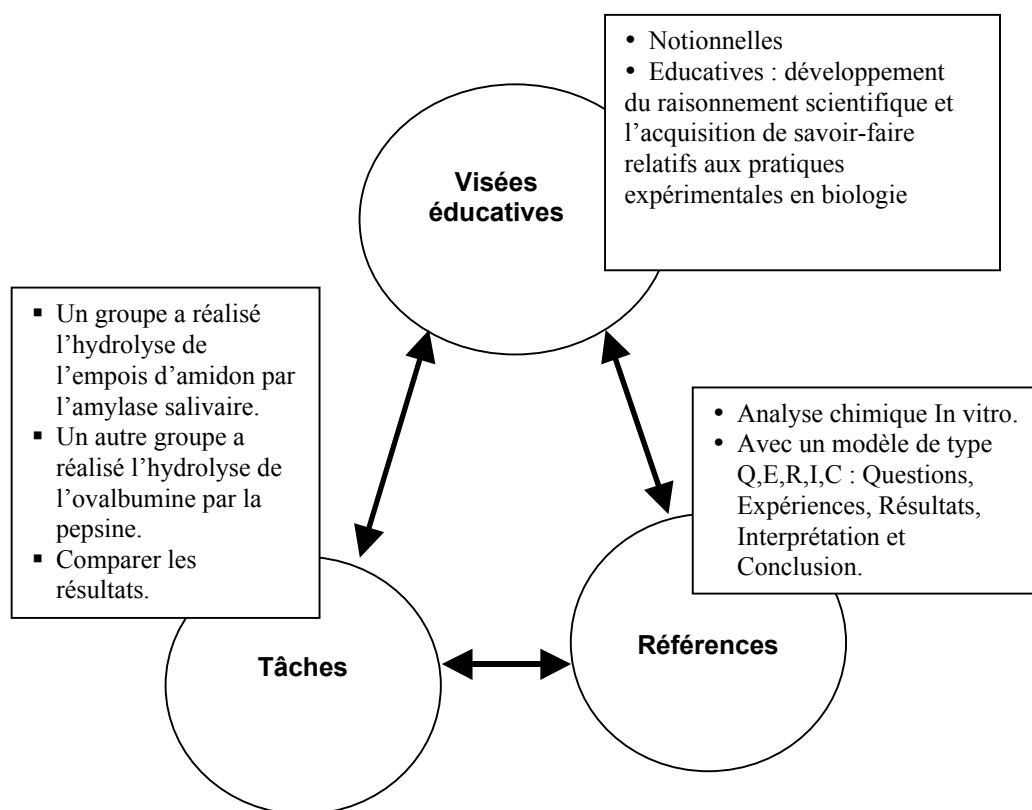
d. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion dans CID :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion dans CID, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none">▪ L'hydrolyse de l'amidon par la salive.▪ L'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine	<ul style="list-style-type: none">▪ L'analyse chimique In vitro est la forme dominante.▪ Forme annoncée d'investigation avec une démarche de type QERIC : questions, expériences, Résultats et conclusion.▪ Forme réelle : manipulation réalisée par les élèves.	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions notionnelles (14/18)▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique (2/18) et à l'acquisition de savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie (14/18).	<ul style="list-style-type: none">▪ Fonctions de scientificité▪ Fonctions éducatives▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs, en ce qui concerne CID, au cours des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion :

- Les tâches des élèves consistent à réaliser l'hydrolyse de l'ovalbumine et de l'amidon en suivant les protocoles expérimentaux fournis par leur enseignant PrD.
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, dans la CID, s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif.
- La démarche expérimentale de type Q.E.R.I.C (Questions, Expériences, Résultats, Interprétation et conclusion) et l'analyse chimique In vitro présentent les références principales dans cet enseignement.



3.5. En conclusion :

a. Bilan des observations effectuées aux niveaux des quatre classes :

Pour récapituler, nous pouvons dire que les observations des séquences d'enseignement expérimental de la digestion effectuées aux niveaux des quatre classes étudiées de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, permettent d'avancer les remarques suivantes :

- Ce sont des pratiques expérimentales sur la digestion qui introduisent l'enseignement de ce phénomène, dans les quatre classes étudiées. Ce qui témoigne d'une certaine valorisation de l'enseignement expérimental.
- Ces pratiques semblent prendre différentes formes : expériences évoquées (CIA), manipulation sous forme de démonstration réalisée par l'enseignant (CIB), manipulation réalisée par les élèves sous le guidage de leur enseignant (CIC) et manipulations réalisées par les élèves (CID) avec un degré de directivité assez limité de leur enseignant. Cette diversité témoigne d'une richesse mais aussi d'une incohérence interne (différentes formes d'enseignement expérimental pour le même niveau scolaire).
- Malgré cette diversité apparente, la forme de l'analyse chimique In vitro demeure la forme dominante dans l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, la

digestion se trouve problématisée autour de la digestion chimique et de la simplification moléculaire. C'est l'aspect chimique de la digestion voir moléculaire qui se trouve valorisé.

- Ces pratiques expérimentales s'inscrivent dans mode d'élaboration théorique.
- Différentes fonctions sont accordées à l'enseignement expérimental de la digestion : notionnelles, éducatives et pédagogiques.
- Cependant les fonctions notionnelles semblent être les plus détectées.
- Il nous semble que plus les élèves se trouvent impliqués dans ces activités, plus nous avons détecté de fonctions (cas de la classe D)

b. Comparaison entre les discours des enseignants interviewés :

L'analyse des discours des enseignants interviewés (PrA, PrB, PrC et PrD) permet d'avancer les remarques suivantes :

- ➔ Une certaine compatibilité entre le discours des enseignants et nos observations, quant au déroulement de l'enseignement expérimental. Cependant, nous avons remarqué une tendance, chez ces enseignants à valoriser les tâches des élèves dans cet enseignement et minimiser leur degré de directivité. Ce qui ne reflète pas exactement les réalités des séquences d'enseignement expérimental de la digestion. D'où cette compatibilité est loin d'être totale.
- ➔ L'analyse chimique In vitro demeure la forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, c'est l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé dans cet enseignement.
- ➔ Les fonctions notionnelles restent les plus évoquées. En effet les quatre enseignants accordent à cet enseignement des fonctions d'explication et de vérification de notions liées à la digestion avec un mode d'élaboration théorique (Coquidé, 1999).
- ➔ Outre les fonctions notionnelles, Pr C et Pr D accordent à cet enseignement des fonctions éducatives et pédagogiques.
- ➔ Ces deux enseignants semblent ainsi rejoindre les recommandations générales des programmes officiels et le guide méthodologique. Alors que PrA et PrB semblent rejoindre les objectifs spécifiques de ces instructions.

c. Bilan des discours des lycéens :

L'analyse des productions des élèves de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales permet d'avancer les remarques suivantes :

- Une certaine compatibilité entre les déclarations de ces lycéens et nos observations quant au déroulement de l'enseignement expérimental dans leurs classes. Ces élèves semblent mieux refléter, que leurs enseignants, la réalité de leurs classes.
- La forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion, telle qu'elle est décrite par ces élèves, demeure l'analyse chimique In vitro. En effet, c'est toujours l'aspect chimique et moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé.
- Ces lycéens accordent à ces pratiques différentes fonctions : notionnelles, éducatives avec les deux volets cognitif et manuel. Nous notons cependant, que certains de ces lycéens accordent également à ces expériences des fonctions épistémologiques. Pour ces élèves, l'enseignement expérimental permet de comprendre l'importance de l'expérimental en biologie.
- Les fonctions épistémologiques s'avèrent être détectées pour la première fois, au cours de nos analyses. Cette apparition peut être expliquée par le fait que ces élèves se trouvent dans leur première année de "spécialité". En effet, à la fin de la 2^{ème} année secondaire, les élèves sont orientés à différentes sections (mathématiques, techniques, sciences expérimentales, lettres). La 3^{ème} année présente par conséquent pour ces élèves la première année de "spécialité". Il paraît donc, que pour eux, "faire des expériences" c'est confirmer leur appartenance à la section de "sciences expérimentales" c'est-à-dire leur spécialité.
- Cependant, les fonctions notionnelles s'avèrent les plus détectées. En effet, 57 élèves sur les 69 interrogés évoquent ces fonctions.

d. En conclusion :

L'analyse du curriculum réel relatif à la 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, permet d'avancer les conclusions suivantes :

- Les pratiques expérimentales proposées dans l'enseignement de la digestion consistent à l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine. Le curriculum réel semble ainsi rejoindre le curriculum prescrit quant aux pratiques expérimentales proposées. En effet, dans les deux niveaux du curriculum, les pratiques expérimentales sur la digestion se limitent à la digestion expérimentale de l'amidon et de l'ovalbumine.
- Ces pratiques introduisent l'enseignement de la digestion en 3^{ème} année secondaire. Ce qui témoigne que l'enseignement expérimental se trouve valorisé dans le curriculum réel de 3^{ème} année secondaire.

- Toutefois, l'analyse de ce curriculum montre qu'aucune forme d'évaluation de ces pratiques n'a été évoquée. D'où une certaine incohérence interne. Le curriculum réel semble ainsi rejoindre les curriculums prescrit et potentiel.
- Ces pratiques semblent prendre différentes formes : expériences évoquées (CIA), manipulation sous forme de démonstration réalisée par l'enseignant (CIB), manipulation réalisée par les élèves sous le guidage de leur enseignant (CIC) et manipulations réalisées par les élèves (CID) avec un degré de directivité assez limité de leur enseignant. Cette diversité de forme scolaire de pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion pour le même niveau scolaire, confère au curriculum réel une certaine incohérence interne.
- Nous avons remarqué que les élèves reflètent mieux les réalités de leurs classes que leurs enseignants. En effet, les productions des lycéens semblent concorder avec nos observations. Alors que les enseignants ont tendance, dans leurs discours, à minimiser leur degré de directivité et à valoriser les tâches de leurs élèves.
- Dans le curriculum réel, l'analyse chimique In vitro demeure la forme dominante des pratiques expérimentales liées à la digestion. D'où une certaine cohérence externe avec le curriculum prescrit et potentiel.
- C'est l'aspect chimique voire moléculaire de la digestion qui se trouve valorisé dans ces pratiques. D'où une certaine compatibilité avec les curriculums prescrit et potentiel qui induit une certaine cohérence externe.
- Différentes fonctions se trouvent accordées à l'enseignement expérimental de la digestion : notionnelles, éducatives et pédagogiques. Cependant, nous notons l'apparition, pour la première fois, de fonctions épistémologiques dans le discours de certains lycéens interrogés.
- Les fonctions notionnelles demeurent les plus détectées au niveau du curriculum réel, et ceci, lors de nos observations, dans le discours des enseignants ainsi que dans les productions de leurs élèves.
- Nous avons également remarqué que plus les élèves se trouvent dans un espace où ils progressent librement plus les fonctions détectées s'avèrent diverses (cas de la CID).

**Une analyse comparative entre les différents niveaux du curriculum tunisien
de la 3^{ème} année secondaire, permet d'élaborer le tableau suivant :**

	Cohérences	Incohérences
Internes	<p>Curriculum potentiel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le guide comme le manuel présente différentes formes de pratiques expérimentales liées à la digestion : expériences historiques évoquées, projet de travaux pratiques, observation, exercice, etc. ▪ Le guide comme le manuel annonce des expériences d'investigation. Ces pratiques s'inscrivent en réalité dans une logique d'illustration de la digestion chimique. <p>Curriculum réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les fonctions détectées lors des observations sont les mêmes évoquées par les enseignants. ▪ Fonctions notionnelles sont les plus détectées lors des observations, dans le discours des enseignants et dans les réponses des élèves. 	<p>Curriculum prescrit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Différents fonctions au niveau des recommandations générales. Les objectifs spécifiques n'en gardent que des fonctions notionnelles. ▪ D'une part, une valorisation de l'enseignement expérimental et d'autre part, une absence de forme d'évaluation de cet enseignement. ▪ D'une part, une valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion et d'autre part, cet enseignement reste assez vaste et non précis. <p>Curriculum réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Différents fonctions et formes de l'enseignement expérimentales détectées au sein du même niveau scolaire.
externes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental dans les trois niveaux du curriculum tunisien : l'enseignement expérimental qui introduit l'enseignement de la digestion dans les curriculums prescrit, potentiel et réel. ▪ Pas de formes d'évaluation de l'enseignement expérimental dans les trois niveaux du curriculum. ▪ Pr C et Pr D semblent rejoindre les recommandations générales des programmes officiels quant aux fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. ▪ Alors que PrA et PrB semblent rejoindre les objectifs spécifiques. ▪ Les fonctions notionnelles demeurent les plus évoquées dans les trois niveaux du curriculum. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le curriculum potentiel est plus précis et plus riches quant aux formes des pratiques expérimentales liées à la digestion que le curriculum prescrit et réel. ▪ Les fonctions épistémologiques semblent être détectées uniquement au niveau du curriculum réel (dans les productions de trois élèves). Le curriculum prescrit ainsi que le curriculum potentiel n'évoquent pas de telles fonctions.

III. Faculté : 4^{ème} année Sciences de la Vie et de la Terre

Au sein du curriculum tunisien, la digestion se trouve enseignée également à la faculté, au niveau de la filière Sciences de la Vie et de la terre. Nous avons ainsi étendu nos analyses sur l'enseignement supérieur, et plus exactement au niveau de la Faculté des Sciences de Sfax. Etant une ancienne étudiante de cette faculté, nous avons pu bénéficier sans difficulté d'un accord administratif pour « l'enquête sur terrain ». Par ailleurs, l'examen des contenus des différents modules, administrés tout au long des quatre années de Maîtrise de Sciences Naturelles, montre que pour la faculté des Sciences de Sfax, l'enseignement expérimental de la digestion est réalisé en Maîtrise de Sciences de la Vie et de Terre, dans le cadre du module de physiologie animale. Nos analyses ont porté donc sur ce niveau et ceci afin de déterminer les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à la digestion, dans l'enseignement supérieur.

Nous tenons à signaler également que pour l'enseignement supérieur l'analyse curriculaire effectuée a touché le curriculum potentiel et le curriculum réel et ceci par absence d'instructions et de programmes officiels relatifs à cet enseignement.

1. Analyse du curriculum potentiel : Fascicule de travaux pratiques de physiologie animale :

1.1. Analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

Afin de caractériser les formes et les fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum potentiel relatif à la maîtrise des Sciences de la Vie et de la Terre, nous avons analysé le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale à l'usage des étudiants de Maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre de la faculté des Sciences de Sfax. Il s'agit d'un document conçu par des assistants de physiologie animale sous la direction d'un professeur de la même spécialité.

L'analyse de ce fascicule montre que les auteurs de ce document proposent deux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion : "secrétion gastrique chez le rat" et "automatisme de l'intestin grêle du lapin" (Annexe F1). Il s'agit de deux manipulations tournantes réalisées dans le cadre de travaux pratiques de physiologie animale destinés aux étudiants de maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre. L'analyse des deux chapitres relatifs à l'enseignement expérimental de la digestion montre que les étudiants disposent des protocoles expérimentaux détaillés. Ces sujets

ont, apparemment, qu'à appliquer ces consignes et à rédiger, ensuite, les comptes rendus.

Par ailleurs, les fonctions visées par ces pratiques semblent être du premier ordre, notionnelles. En effet, les auteurs visent à travers ces manipulations, à emmener les étudiants à comprendre l'aspect acide du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique ainsi que la nature et l'origine de l'automatisme intestinal. Ces pratiques semblent remplir également des fonctions éducatives. En effet, les étudiants sont invités à mettre « la main à la pâte », à interpréter les résultats trouvés, à conclure et à rédiger, à la fin, un compte rendu.

L'analyse du curriculum potentiel, relatif à l'enseignement expérimental de la digestion au supérieur, permet donc d'avancer les remarques suivantes :

- Deux pratiques expérimentales sont proposées dans l'enseignement expérimental de la digestion en maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre de la faculté des sciences : "secrétion gastrique chez le rat" et "automatisme de l'intestin grêle du lapin".
- Ces pratiques prennent la forme de deux manipulations tournantes qui s'inscrivent dans le cadre de travaux pratiques de physiologie animale de la maîtrise de Sciences de la vie et de la Terre.
- Ces pratiques semblent remplir des fonctions notionnelles : expliquer l'aspect acide du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique ainsi que la nature et l'origine de l'automatisme intestinal.
- Des fonctions éducatives semblent également être détectées : acquisition de savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie (les étudiants sont invités à mettre la "main à la pâte") et développement de capacités intellectuelles (interpréter les résultats, conclure, rédiger le compte rendu). Cependant les fonctions notionnelles restent les plus évoquées.

Bilan :

- **Pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion proposées :** "secrétion gastrique chez le rat" et "automatisme de l'intestin grêle du lapin".
- **Formes :** Manipulations tournantes dans le cadre de travaux pratiques de physiologie animale.
- **Fonctions :** notionnelles et éducatives.

1.2. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion

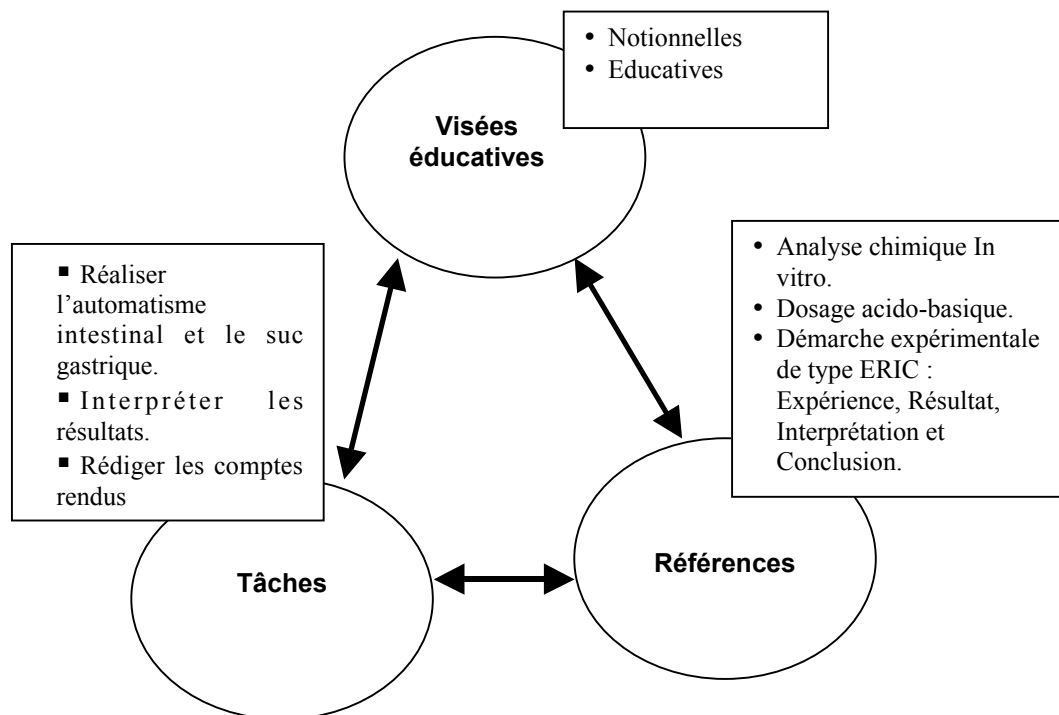
L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au niveau du curriculum potentiel relatif à la maîtrise de Sciences Naturelles de la Faculté des Sciences de Sfax, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
Deux manipulations : <ul style="list-style-type: none"> ▪ sécrétion gastrique chez le rat ▪ automatisme de l'intestin grêle du lapin 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manipulation tournante dans le cadre de travaux pratiques de physiologie animale. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notionnelles ▪ Educatives 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives ▪ Fonctions pédagogiques

Rappelons que, dans le cadre de notre recherche, nous avons retenu le schéma de Lebeaume (1999) comme cadre théorique qui permet d'analyser les corrélations entre les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, prennent et les fonctions qu'elles remplissent. L'application de ce schéma au niveau du fascicule de physiologie animale, nécessite la définition des tâches réalisées par les étudiants, les références et les visées de ces tâches. Ainsi, pour ce fascicule, dans l'enseignement expérimental de la digestion :

- Les tâches des étudiants consistent à la réalisation des deux manipulations sur l'automatisme intestinal et le suc gastrique. Ces étudiants sont également invités à interpréter les résultats trouvés et à rédiger les comptes rendus.
 - Ces activités expérimentales présentent différentes références : une démarche expérimentale annoncée de type ERIC : E (Expérience), R (Résultats), I (Interprétations) et C (Conclusion) ; l'analyse chimique In vitro et le dosage acido-basique.
 - Alors que les visées éducatives s'avèrent d'ordres notionnel et éducatif.

Ainsi, l'application du schéma de Lebeaume au niveau du curriculum prescrit de la 4^{ème} année Sciences de la Vie de la Terre de la faculté des Sciences de Sfax, nous fournit les résultats suivants :



2. Analyse du curriculum réel :

Afin de caractériser les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au sein du curriculum réel relatif à la maîtrise des Sciences de la Vie et de la Terre de la faculté des Sciences de Sfax,

- Nous avons commencé par observer des séquences réelles de travaux pratiques de physiologie animale. S'agissant de manipulations tournantes, il nous a paru plus opératoire d'observer et de prendre des notes que de filmer ces séquences. Nous avons, en totalité, observé 11 étudiants (ET1 à ET11) au cours de la manipulation relative à la sécrétion gastrique chez le rat. Ces étudiants travaillent généralement en binôme et rarement en trinôme. Nous avons ainsi observé 4 binômes et 1 trinôme, soit 5 séquences de pratiques expérimentales sur la digestion. Ces séquences ont été administrées par deux assistants de physiologie animale (A1 & A2).
- Nous avons ensuite interviewé ces étudiants. Ces derniers sont répartis en quatre binômes et un trinôme : Binôme 1 (B1) : ET1 & ET2 ; Binôme 2 (B2) : ET3 & ET4 ; Binôme 3 (B3) : ET4 & ET6 ; Binôme 4 (B4) : ET7 & ET8 ; Trinôme 1 : ET9,

ET10 & ET11. Ces sujets ont été invités à décrire leurs activités durant la dernière manipulation relative à la digestion et à expliciter ce qu'ils ont retenu, compris et appris de cette manipulation (Annexe F3). Parmi les questions posées à ces étudiants, nous citons ce qui suit :

- Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ?
- Qu'est ce que tu as retenu, compris et appris des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion
- Et nous avons à la fin interviewé les enseignants A1 et A2 préalablement observés. Ces assistants ont été invités à répondre à un ensemble de questions où ils sont demandés de décrire la dernière manipulation sur la digestion et d'expliquer les rôles qu'ils accordent à ces travaux pratiques (Annexe F2). Parmi les questions posées, nous citons ce qui suit :
 - Qu'est-ce que vous avez fait durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion ?
 - Selon vous, quels rôles peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?

Nous tenons à signaler que la manipulation portant sur l'automatisme intestinal n'a pas été enseignée pour des raisons liées à la programmation dans le temps. L'analyse du curriculum réel a porté ainsi sur la "secrétion gastrique chez le rat".

2.1. En ce qui concerne Binôme 1 (B1) : ET1 & ET2 :

a. Observation :

Le binôme 1 est constitué par un garçon (ET1) et une fille (ET2). Les activités réalisées étaient différentes chez ces deux étudiants. En effet, nous avons remarqué, au cours de nos observations, que c'était l'étudiant (ET1) qui se chargerait de toutes les étapes pratiques de la manip. Alors que l'étudiante (ET2) a rédigé le compte rendu où elle a noté, à la fin, les concentrations calculées par son binôme. Elle a également rangé et nettoyé sa paillasse.

b. Entretiens avec ET1 & ET2 :

Les discours du binôme 1 semblent être en conformité avec nos observations. En effet, ET1 affirme dans son discours que c'était lui qui s'est chargé de la partie empirique de la manipulation : "*au cours de la dernière manipulation sur la digestion...j'ai fait toute la pratique ...j'ai anesthésié la souris... j'ai ouvert son ventre... j'ai lavé son estomac...j'ai*

recupéré du suc de l'estomac...j'ai excité le nerf X...J'ai fait les dosages...j'ai fait toute la manip car l'étudiante avec laquelle je travaille a peur de la souris et n'arrive pas à tenir la souris dans sa main".

Alors que ET2 déclare que c'était elle qui a rédigé le compte rendu : *"j'ai rédigé tout le compte rendu de A jusqu'à Z et j'ai nettoyé la paillasse...c'est toujours comme ça dans les manip sur la souris ou la grenouille...je ne peux pas retenir ces animaux donc je rédige le compte rendu et mon binôme fait la manip".*

Par ailleurs, en réponse à la deuxième question relative aux rôles de l'enseignement expérimental de la digestion, ces étudiants semblent évoquer différentes fonctions :

- ➔ Fonctions notionnelles liées à la digestion et à la biologie en général : pour ET1 et ET2, ces pratiques expérimentales leur permettent de comprendre des notions liées à la digestion, telles que l'acidité du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique

Exemples de réponses :

- ET1 : *"...j'ai compris la composition acide du suc gastrique"*
 - ET2 : *« j'ai retenu que le suc gastrique a un pH acide...»*
- ➔ Fonctions éducatives : ET1 accorde à l'enseignement expérimental des fonctions éducatives d'ordre pratique. En effet, il considère que *"c'est une manip riche ...il y a beaucoup de choses à faire...anesthésie de la souris, disséquer, dégager l'estomac etc. Ces choses sont délicates ...j'ai appris comment les faire et comment manipuler".*

2.2. En ce qui concerne Binôme 2 (B2) : ET3 & ET4 :

a. Observation :

Ce binôme est composé par deux filles ET3 et ET4. Là aussi, nous avons remarqué, à partir des observations que nous avons faites, que les activités pratiques différaient d'une étudiante à une autre. En effet, pour amener la souris de l'animalerie et pour son anesthésie elles ont demandé l'aide d'un étudiant de leur groupe. Ce dernier a anesthésié et attaché la souris. Après, c'est ET3 qui a pris la relève : elle a disséqué la souris et a fait toutes les étapes restantes de la manip. Pendant ce temps, ET4 a commencé par rédiger le compte rendu, en faisant référence à un ancien compte rendu. Elle s'est chargée également, à la fin de la manip, de faire les dosages. Le compte rendu a été finalisé par ET3.

b. Entretien avec ET3 & ET4 :

L'analyse des discours des ET3 et ET4 en réponse à la première question, fait révéler une certaine conformité entre les descriptions de ces étudiants et nos observations. En effet, nous avons remarqué que ces sujets décrivent la manipulation sur la digestion telle qu'elle s'est déroulée dans leurs séquences. En effet, ET3 avoue qu'elle a fait appel à l'aide d'un ami qui "*...a anesthésié la souris et l'a attachée...une fois la souris est attachée j'ai pu la disséquer et faire toutes les étapes indiquée dans le fascicule...j'ai aussi rédigé les résultats et l'interprétation des résultats dans le compte rendu*". Quant à ET4, elle a bien signalé qu'elle a "*...fait les dosages et j'ai aussi rédigé une grande partie du compte rendu...*".

Par ailleurs, ces étudiants accordent à l'enseignement expérimental de la digestion des fonctions notionnelles. En effet, ET3 déclare qu'il "*j'ai appris l'emplacement de l'estomac...du nerf X ...car dans cette manip on ouvre le corps de l'animal*". Alors que ET4 signale que « *j'ai appris que...l'estomac secrète...le suc gastrique...j'ai appris que cette sécrétion est contrôlée par le nerf X...* ». ET3 évoque également des fonctions éducatives d'ordre pratique. En effet elle avoue que: "*...j'ai appris presque toutes les manipulations à réaliser pour avoir du suc gastrique d'un animal...comment disséquer le rat...comment avec une seringue on aspire le suc gastrique*".

2.3. En ce qui concerne Binôme 3 (B3) : ET5 & ET6 :

a. Observation :

Ce binôme est formé de deux filles (ET5 et ET6). D'après nos observations, nous avons remarqué que ET5 et ET6 se partageaient les activités pratiques au cours de la manipulation portant sur la digestion. Ces deux étudiantes manipulaient, aisément, la souris. Elles ont effectuée, ensemble, les différentes étapes de la manip indiquées dans le fascicule. Même pour le compte rendu, elles l'ont rédigé ensemble, en discutant chaque partie.

b. Entretien :

Nous avons remarqué au cours de nos observations que ces deux étudiantes se partagées les différentes activités pratiques au cours de la manipulation portant sur la digestion. Leurs discours semblent être conformes à nos observations. En effet, ET5, a signalé que "*au cours de la dernière manipulation sur la digestion, j'ai emmené la souris de l'animalerie, avec mon amie, on l'a attachée et on l'a disséquée, on a fait ensemble les étapes de la manip écrites dans le fascicule...*". Et ET6 a déclaré que "*...j'ai fait toute la manip avec Warda... on a rédigé le compte rendu ensemble...Toutes*

les deux on veut apprendre toutes les manip car on va avoir un examen de travaux pratiques de physiologie animale après...et dans l'examen chaque étudiant doit travailler seul...Donc, je veux participer à toutes les étapes de la manip comme ça je ne serai pas coincer dans l'examen si j'ai la manip de la digestion "

Par ailleurs, en réponse à la deuxième question relative aux rôles de l'enseignement expérimental de la digestion, ces étudiants semblent évoquer différentes fonctions :

➔ Fonctions notionnelles :

- ET5 : "*...j'ai appris que...l'estomac secrète le suc gastrique...j'ai appris que cette sécrétion est acide...d'où l'acidité du suc gastrique »*"
- ET6 : "*...j'ai appris avec cette manip sur le suc gastrique...que le suc gastrique est acide...*"

➔ Fonctions éducatives :

- Volet pratique : ET5 et ET6 considèrent que l'enseignement expérimental de la digestion permet de développer chez eux un savoir-faire relatif aux pratiques expérimentales en biologie. En effet, ET5 déclare que « *...j'ai appris comment prendre le suc gastrique...comment réaliser les dosages...ce n'est pas facile...il faut faire ça doucement »*. Alors que ET6 signale que « *...j'ai appris à anesthésier la souris...à disséquer la souris...à prendre le suc gastrique de l'estomac...*»
- Volet cognitif : ET6 considère que ces pratiques contribuent à développer le raisonnement scientifique. En effet, cette étudiante déclare que "*dans cette manip...on est obligé de faire référence au cours pour interpréter les résultats qu'on trouve...de réfléchir...donc on apprend à utiliser les notions du cours en TP*".

2.4. En ce qui concerne Binôme 4 (B4) : ET7 & ET8 :

a. Observation :

Le binôme 4 était hétérogène, il est composé d'une étudiante (ET7) et d'un étudiant (ET8). D'après nos observations, nous avons remarqué que, du point de vue activités pratiques, ce binôme ressemblait beaucoup au premier binôme étudié (B1). En effet, nous avons détecté que c'était ET8 qui a fait toutes les étapes de la manip, en commençant par l'anesthésie jusqu'aux dosages. Quant à ET7, elle s'est consacrée à la rédaction du compte rendu et ceci dès le début de la séance.

b. Entretien :

Nous avons remarqué, au cours de nos observations que, ce binôme se rapproche du binôme 1 quant à la répartition des tâches entre les étudiants. Les discours de ET7 et ET8 semblent confirmer nos observations. En effet, ET7 déclare que : « *au cours de la manip de la digestion...j'ai rédigé le compte rendu...le but, le protocole expérimental...les résultats et l'interprétation...et la conclusion...j'ai fait aussi les calculs... pour trouver les concentrations du suc gastrique* ». Alors que ET8, signale que « *dans la manip sur le suc gastrique j'ai fait toutes les étapes de la manip...j'ai emmené le rat de l'animalerie...j'ai fait l'anesthésie...j'ai attaché le rat...j'ai fait la dissection...j'ai utilisé une seringue pour prélever le suc gastrique...j'ai fait les dosages du suc gastrique...* ».

Par ailleurs, en réponse à la deuxième question relative aux rôles de l'enseignement expérimental de la digestion, ces étudiants semblent évoquer différentes fonctions :

➔ Fonctions notionnelles :

- ET7 : "*...j'ai appris que le suc gastrique qui existe dans l'estomac est acide...on a vérifié ça par les dosages qu'on a fait dans la manip*"
- ET8 : "*j'ai appris...que le suc gastrique est acide et que la sécrétion du suc gastrique...est contrôlée par le nerf X...lorsqu'on excite le nerf X l'estomac secrète le suc gastrique* "

➔ Fonctions éducatives à volet pratique : ET8 considère qu' : "*avec cette manip, j'ai appris à disséquer la souris, à utiliser la seringue, à prélever le suc gastrique...*"

2.5. En ce qui concerne le Trinôme 1 : ET9, ET10 & ET11 :

a. Observation :

Ce trinôme est composé par deux filles (ET9 et ET10) et un garçon (ET11). Nous avons remarqué, d'après les observations que nous avons faites, que les activités pratiques réalisées différaient d'un étudiant à un autre. En effet, ET11 a amené la souris de l'animalerie. Ensuite, il s'est partagé les différentes étapes de la manipulation de l'anesthésie jusqu'aux dosages avec ET9. Au cours des différentes étapes, ET11 et ET9 étaient contrôlés et suivis attentivement par ET10. Cette dernière lisait continuellement les consignes données dans le fascicule à ses amis, n'hésitait pas à les interrompre quand elle se doutait de leurs pratiques et à demander conseils au binôme qui a déjà travaillé cette manip la semaine dernière. Le rôle de ET10 semble être celui

d'un superviseur. Le compte rendu a été rédigé par ET10. Toutefois, les différentes parties du compte rendu ont été, au préalable, discutées par les trois étudiants.

b. Entretien :

L'analyse des discours des étudiants ET9, ET10 et ET11 fait révéler une certaine conformité entre les descriptions des étudiants et nos observations. En effet, nous avons remarqué que ces sujets décrivent la manipulation sur la digestion telle qu'elle s'est déroulée dans leurs séquences. En effet, ET11 signale qu'« *au cours de la manip sur le suc gastrique, j'ai rapporté le rat de l'animalerie, puis j'ai fait toutes les étapes de la manipulation avec Fatma...on a attendu jusqu'à que le rat dort...puis on a attaché le rat, on a disséqué...c'est une peu difficile comme manipulation...il faut manipuler sans que le rat mort...par ce que si le rat mort on est obligé de refaire la manip...* ». Quant à ET9, elle déclare : « *dans la dernière manip sur la digestion...j'ai fait tout le protocole expérimental avec Mounir...on a suivi les étapes données par le fascicule... de l'anesthésie jusqu'aux dosages car à la fin on doit doser et déterminer les différentes concentration du suc gastrique* ». Alors que pour ET10, nous avons remarqué, lors de nos observations, qu'au cours des différentes étapes, ET11 et ET9 étaient contrôlés et suivis attentivement par ET10. Le rôle de cette dernière semble être celui d'un superviseur. En plus, cette étudiante a rédigé le compte rendu. C'est ce qu'elle l'a affirmé dans son discours "*...j'ai rédigé le compte rendu...c'est mes amis qui veulent toujours que c'est moi qui écris les comptes rendus car j'ai une belle écriture...j'ai aussi suivi mes amis dans la manip...car c'est Fatma et Mounir qui ont réalisé la manip...mais moi je les ai suivi dans toutes les étapes car je ne veux pas qu'on se trompe*".

Par ailleurs, en réponse à la deuxième question relative aux rôles de l'enseignement expérimental de la digestion, ces étudiants semblent évoquer différentes fonctions :

➔ Fonctions notionnelles :

- ET9 : "*...avec la manip du suc gastrique j'ai appris...que l'estomac secrète un suc acide qui intervient dans la digestion...c'est le suc gastrique* »"
- ET10 : "*j'ai appris que le suc gastrique est acide...et j'ai appris aussi...le rôle du nerf X dans la sécrétion du suc gastrique* "
- ET11 : "*...On ouvre le corps de la souris et on peut voir les différents organes même les nerfs fins tel que le nerf X...On apprend donc l'emplacement des organes les uns par rapports aux autres...même les organes qui ne sont pas*

dans cette manip...Par exemple, j'ai voulu voir comment les surrénales coiffent les reins, j'ai cherché et j'ai trouvé..."

➔ Fonctions éducatives :

➤ Volet pratique :

- *ET9 : "j'ai appris avec cette manip...à disséquer la souris...et comment doser le suc gastrique »"*
- *ET11 : " ...j'ai appris comment disséquer la souris et comment dégager l'estomac pour avoir du suc gastrique"*

➤ Volet cognitif : ET10 considère que *"cette manip...t'apprend à faire la relation entre le cours et le TP...pour comprendre le cours on doit comprendre le TP...et pour comprendre le TP et rédiger le compte rendu il faut...avoir le cours...car tout est lié...dans cette manip on apprend à utiliser le cours...et à rédiger un compte rendu "*.

➔ Fonctions pédagogiques (2/11) : 2 étudiants, sur les 11 interrogés, accordent à ces expériences des fonctions pédagogiques. Exemples de réponses :

- ET9 : *"....je discute qu'est-ce qu'on doit trouver comme résultat, comment on manipule...on discute tout et on apprend ensemble ..."*
- ET10 : *"j'ai appris à partager le travail avec mes deux amis car on travaille par trinôme...et pour aller plus vite et finir dans le temps...chacun de nous s'occupe d'une étape...j'ai appris à travailler en groupe "*

Bilan des observations des étudiants:

- Bien que les tâches réalisées diffèrent d'un étudiant à un autre, nous avons remarqué au cours de nos observations, que le but partagé par l'ensemble des étudiants observés consiste à réaliser et appliquant les différentes consignes du protocole expérimental et d'arriver aux résultats qu'ils connaissent déjà. En effet, nous avons remarqué que pour les étudiants observés, avant de commencer, ils allaient demander à leurs camarades qu'ils ont déjà réalisé cette manip, conseils et informations sur les résultats. En plus, ces étudiants disposaient généralement d'un compte rendu corrigé de cette manip. Ce compte rendu leurs servaient de référence dans les différentes étapes de la manipulation (réalisation du protocole expérimental, calcul, interprétation des résultats, rédaction des comptes rendu).
- Par ailleurs, nous avons également remarqué que pour les 5 séquences observées, l'enseignement expérimental de la digestion semble prendre la forme de manipulation réalisée par les étudiants. Cette manip s'inscrit dans un mode d'élaboration théorique.
- Les fonctions remplies par ces pratiques semblent être notionnelles : la compréhension de l'aspect acide du suc digestif et sa régulation chimique et nerveuse. Nous avons également détecté des fonctions éducatives avec les deux volets cognitif et manuel : l'apprentissage du raisonnement scientifique (comparer, réfléchir, interpréter, conclure, etc.) et de savoir-faire liés aux pratiques expérimentales en biologie (disséquer, prélever des échantillons de sucs digestifs, doser, etc.). Ces pratiques semblent également remplir des fonctions d'ordre pédagogique. En effet, au cours de ces travaux pratiques, ces étudiants travaillent généralement en binômes (rarement en trinôme) ce qui leur offre une occasion pour apprendre à coopérer, à échanger les idées, à se partager les tâches, etc. Par ailleurs, il nous paraît important à signaler que ces fonctions semblent différer d'un étudiant à un autre selon son degré d'implication dans la manipulation et selon le rôle qu'il y joue.

Bilan des entretiens avec les étudiants :

- Une certaine conformité entre les discours des étudiants interviewés et nos observations quant au déroulement des séquences d'enseignement expérimental de la digestion.
- Ces étudiants accordent à ces travaux pratiques différentes fonctions : notionnelles (11/11), éducatives à volet pratique (7/11) et cognitif (2/11) et également pédagogiques (2/11).
- Cependant, les fonctions d'ordre notionnelles demeurent les plus détectées. En effet, ces fonctions ont été évoquées par tous les étudiants interrogés.
- Nous remarquons également que ces fonctions semblent différer d'un étudiant à un autre selon son degré d'implication dans la manipulation et selon le rôle qu'il y joue. En effet, les fonctions éducatives à volet pratique ont été soulevées par les étudiants qui ont mis « la main à la pâte ».

2.6. En ce qui concerne les assistants A1 & A2 :**a. Observation :**

Nous rappelons que les séquences de travaux pratiques de physiologie animale observées, ont été administrées par deux assistants (A1 et A2). Il s'agit de deux doctorants qui préparent leurs thèses en physiologie animale. Les binômes 1, 2 et 3 appartenaient à des groupes de l'assistant A1. Alors que Le binôme 4 et le trinôme 1

faisaient partie des groupes de l'assistant A2. Au cours des séquences de travaux pratiques observées, nous avons remarqué que les activités de ces assistants ne semblent pas différer. En effet, pour ces deux enseignants, la tâche principale effectuée était de veiller au bon déroulement de la séance de travaux pratiques en général. Ils contrôlaient le déroulement des différentes phases de ces travaux pratiques et ils vérifiaient à la fin les concentrations du suc gastrique trouvées par les étudiants. Cette vérification, semblent permettre à ces enseignants de juger si ces étudiants ont trouvés de « bons résultats » ou non et par conséquent, si cette manipulation a été réussite. Cependant, il parait intéressant à signaler que A1 n'as pas participé avec ses étudiants à la réalisation pratique de la manipulation. Alors que A2 n'hésitait pas à manipuler avec ses étudiants lorsqu'ils remarquent que ces derniers trouvaient des difficultés à avancer ou allaient commettre une faute de manipulation.

b. Entretien :

L'analyse des discours de ces enseignants en réponse à la question relative au déroulement des séquences, fait révéler une conformité entre nos observations et les déclarations de ces assistants. En effet, A1 déclare que " *ça ne change pas, c'est presque toujours la même chose, je dois veiller au bon déroulement de la manip...je contrôle comment les étudiants travaillent, je répond à leurs questions...*". De même, A2, décrit ses activités conformément à nos observations : "*Je surveille comment les étudiants manipulent, j'interviens lorsque je remarque qu'ils sont en train de se tromper, j'essaie toujours à les pousser pour poser des questions, je réponds à leur questions bien que j'ai remarqué que généralement ils préfèrent poser les questions et demander conseils à leurs amis qui ont déjà fait la manip, qu'à moi..*".

Quant aux fonctions, L'analyse des discours de ces assistants montre que ces derniers semblent accorder à ces travaux pratiques différentes fonctions.

En effet, pour A1 et A2, la manipulation sur le suc digestif sert à illustrer et vérifier les notions du cours. En effet, A1 considère que «*cette manip est une occasion pour les étudiants de voir réellement et de vérifier eux même l'aspect acide du suc gastrique....*». De même A2 pense que «*les pratiques expérimentales sur la digestion ... permettent aux étudiants de voir à leurs propres yeux plusieurs notions du cours entre autre l'aspect acide du suc gastrique. Ce qui les aident beaucoup à comprendre et à mémoriser le cours....* ». Il s'avère donc, que les fonctions notionnelles, liées à l'explication des notions du cours semblent être les premiers rôles accordés aux pratiques expérimentales par les assistants de physiologie animale interviewés.

Par ailleurs, A1 signale que " *cette manip sert également de support pédagogique pour nous, les enseignants...Ces T.P (les travaux pratiques) sont comme les T.D (les travaux dirigés), ils facilitent le cours aux étudiants et les aident à comprendre...Mais je considère comme même que les T.P jouent un rôle plus important que les T.D en physiologie...Car j'ai remarqué à travers ma modeste expérience que les étudiants comprennent mieux avec les T.P ...car dans les T.P ils voient et vérifient le phénomène physiologique qui est ainsi plus facile à mémoriser et à comprendre* ». Cet assistant semble donc évoquer une nouvelle fonction de ces travaux pratique celle « d'un support pédagogique ». En effet, ces manipulation semblent aider les étudiants à comprendre les notions enseignées et facilitent par conséquent la tâche des enseignants, d'où son rôle de « support pédagogique ».

Alors que A2 considère que : « *...Les travaux pratiques de physiologie animale en général permettent aux étudiants de manipuler, d'expérimenter de trouver des résultats de savoir interpréter ces résultats en les liant au cours et ça présente vraiment une chose radicale pour leur formation...Car s'ils s'orientent vers l'enseignement secondaire ils auront besoin de faire quelques légères manips et s'ils choisissent de continuer des études de troisième cycle ils doivent déjà avoir certaines initiations que je peux qualifier d'expérimentales...Ces travaux pratiques sont très importants pour ces étudiants, ils leur assurent une bonne formation pour leur profession* ». A2 semble ainsi accorder une nouvelle fonction aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, celle d' « une formation professionnelle ». En effet, ces pratiques semblent assurer à ces étudiants une formation qui leur servira dans leur futur professionnel soit en tant qu'enseignants de sciences naturelles au lycée ou au collège soit en tant que des doctorants en biologie.

Par ailleurs, des fonctions d'ordre éducatives semblent également être évoquées par A2. Ces fonctions sont à deux volets : pratique : « *...manipuler, d'expérimenter de trouver des résultats...* » et cognitif : « *...savoir interpréter ces résultats en les liant au cours...* ».

Pour récapituler, nous pouvons dire que ces assistants décrivent les séquences d'enseignement expérimental de la digestion telles que nous les avons observées. D'où une certaine conformité entre les discours de ces assistants et nos observations. Par ailleurs, ces enseignants semblent accorder à ces travaux pratiques des fonctions notionnelles en premier ordre. En effet, pour A1 et A2, ces pratiques permettent aux étudiants de « *...voir à leurs propres yeux l'aspect acide du suc gastrique...* » (A2) ce qui les aident à comprendre et mémoriser les notions du cours. Nous avons également

remarqué que A1 accorde à ces travaux pratiques des fonctions de « support pédagogique », fonctions que nous détectons pour la première fois. En effet, avec ces travaux pratiques, les étudiants comprennent plus vite ce qui facilite la tâche des enseignants. De même A2, évoque une fonction, que nous détectons pour la première fois dans notre corpus, celle de « formation professionnelle ». Pour cet assistant, au cours de ces travaux pratiques, les étudiants sont emmenés à «...manipuler, d'expérimenter de trouver des résultats, savoir interpréter ces résultats en les liant au cours... ». Ce qui leur assure une formation pour leur avenir professionnel soit en tant que des enseignants de sciences naturelles ou des doctorants en biologie.

Bilan :

- Une conformité entre nos observations et les déclarations des assistants (A1 & A2) quant au déroulement des séquences d'enseignement expérimental.
- Ces assistants accordent à cet enseignement des fonctions notionnelles.
- Cependant A1 évoque des fonctions de « support pédagogique ». Une telle fonction se trouve détectée pour la première fois.
- A2 accorde également à ces pratiques des fonctions qui apparaissent pour la première fois, celles de « formation professionnelle ».

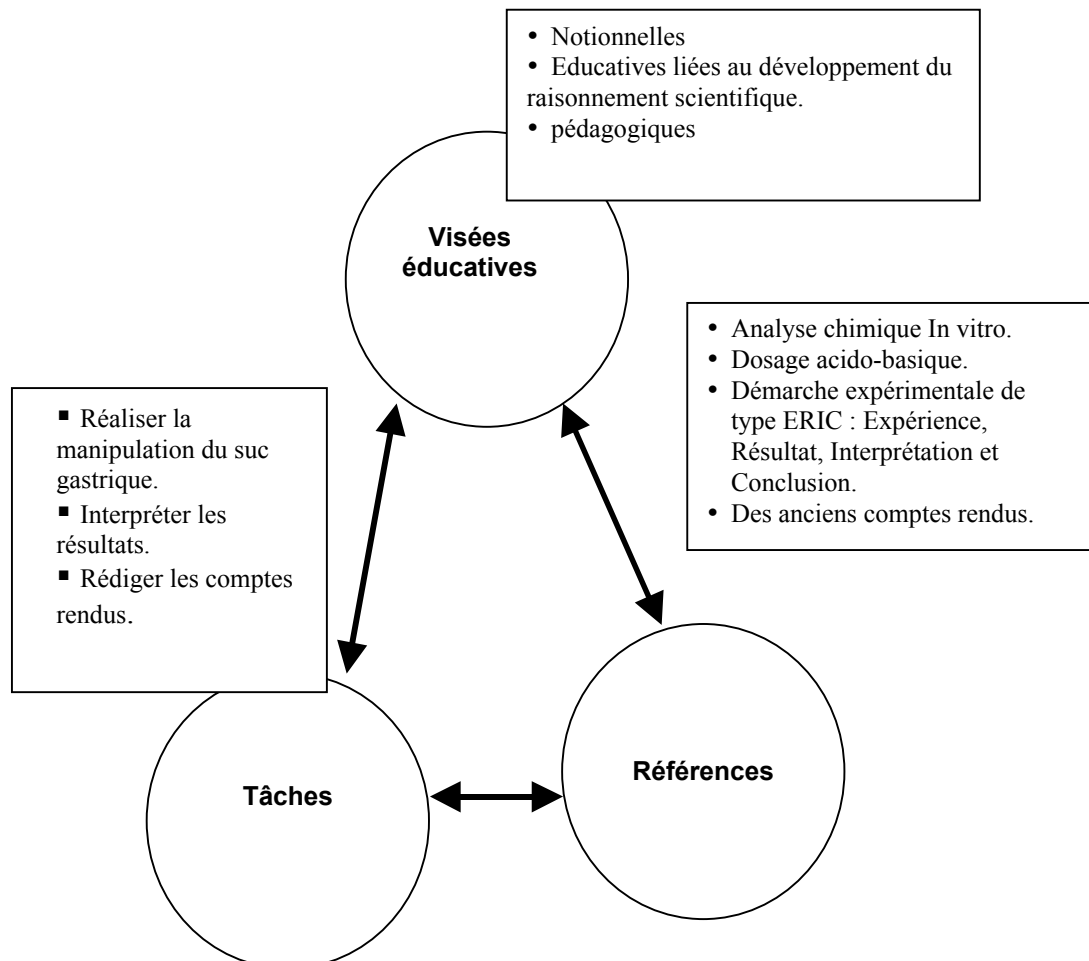
2.7. Analyse des corrélations entre formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum réel :

L'analyse des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au sein du curriculum réel, nous a permis d'élaborer le tableau suivant :

Pratiques expérimentales proposées	Formes	Fonctions	Fonctions potentielles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secrétion gastrique chez le rat. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manipulation tournante réalisée par les étudiants. 	<p>Les étudiants : Fonctions notionnelles (11/11), éducatives liées à l'apprentissage de savoir-faire (7/11) et au développement du raisonnement scientifique (2/11) ; et fonctions pédagogiques (2/11)</p> <p>Les assistants : Fonctions notionnelles (2/2) ; fonctions éducatives (1/2) ; Fonctions de « support pédagogique » (1/2) ; fonctions de « formation professionnelle » (1/2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctions de scientificité ▪ Fonctions éducatives liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition de savoir-faire relatifs à l'expérimental en biologie ▪ Fonctions pédagogiques

Par ailleurs, nos observations, les déclarations des étudiants ainsi que celles de leurs enseignants semblent converger vers les points suivants :

- Les tâches des étudiants consistent à réaliser la manipulation du suc gastrique, à interpréter les résultats trouvés et à rédiger les comptes rendus. Cependant, ces tâches diffèrent d'un étudiant à un autre.
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion s'avèrent d'ordres notionnel, éducatif et pédagogiques.
- La démarche expérimentale de type E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion), l'analyse chimique In vitro et le dosage acido-basique présentent les références principales dans cet enseignement. Nous avons également remarqué que les étudiants font également référence à des anciens comptes rendus lors de la rédaction des leurs.



Une analyse comparative permet d'élaborer le tableau suivant :

	Cohérences	Incohérences
Internes	<p>Au niveau du curriculum réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental par les assistants et les étudiants. ▪ Valorisation de l'enseignement expérimental de la digestion d'une part et présence de forme d'évaluation d'autre part (compte rendu et examen de TP de physiologie animale) ▪ Les fonctions notionnelles restent les plus détectées lors de nos observations, dans les discours des enseignants et dans les réponses des étudiants. 	<p>Curriculum réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Présence de forme d'évaluation (un compte rendu) mais les critères d'évaluation restent implicites.
externes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entre le curriculum potentiel et réel quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus de fonctions accordées par le curriculum réel que le curriculum potentiel. ▪ Présence de forme d'évaluation (compte rendu) au niveau du curriculum réel. Cette forme d'évaluation reste implicite au niveau du curriculum potentiel.

F. Conclusion :

Dans le cadre de notre recherche, l'analyse curriculaire que nous avons effectué au sein du curriculum tunisien, nous a permis d'explorer trois volets

1. Dégager les formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion.
2. Analyser les cohérences et incohérences entre les différents niveaux du curriculum et entre formes et fonctions.
3. Etudier la progressivité de l'enseignement expérimental de la digestion tout au long du cursus scolaire tunisien : collège, lycée et faculté.

Nos conclusions porteront donc sur ces volets :

1. Formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion :

→ L'analyse du curriculum tunisien a permis de remarquer que différentes pratiques expérimentales sont proposées dans l'enseignement de la digestion :

- Expérience in vitro de la digestion de l'empois d'amidon par la salive.
- "étude expérimentale de la digestion de l'ovalbumine...".
- "mâcher un morceau de pain jusqu'à sentir le goût sucré",
- "projeter un film qui montre la digestion
- Expériences historiques de Réaumur et de Spallanzani
- Deux manipulations tournantes (secrétion gastrique chez le rat & automatisme de l'intestin grêle du lapin) réalisées dans le cadre de travaux pratiques de physiologie animale.

→ Ces pratiques prennent différentes formes scolaires qui diffèrent selon le niveau scolaire analysé et qui diffère également d'une classe à une autre au sein du même niveau scolaire. Cependant, malgré cette diversité, l'analyse chimique In vitro (la digestion chimique In vitro) s'avère la forme dominante dans l'enseignement expérimental de la digestion en Tunisie. En effet, ces pratiques consistent, dans la plupart des cas, à des expériences d'hydrolyse de l'amidon et/ou de l'ovalbumine. Dans ces pratiques, la digestion est souvent problématisée autour de l'hydrolyse et la simplification moléculaire avec des pratiques expérimentales linéaires.

→ Ces expériences sont proposées dans différents cadres : exercices, projet de travaux pratiques, expériences historiques évoquées, démonstration faite par l'enseignant, expérience faite par les élèves, etc.

→ Ces pratiques s'inscrivent dans deux principales formes : il s'agit d'expérience évoquée (expériences historiques, exercices, expériences évoquées par l'enseignant, etc.) et manipulation (réalisée par l'enseignant, ou les élèves ou les élèves et leur enseignant).

→ Cependant ces pratiques sont généralement présentées dans une logique d'investigation avec un enseignement expérimental par résolution du problème. Cette forme n'est qu'annoncée. En effet, au niveau des guides méthodologiques par exemple, nous avons remarqué que les concepteurs de ces documents ont essayé de mettre en place à travers leurs textes un enseignement expérimental constructiviste avec des pratiques expérimentales d'investigation et un enseignement par résolution de problème. Cependant, ces auteurs fixent le problème sans implication des élèves, ni celles des enseignants d'ailleurs, dans sa construction. L'implication de ces apprenants dans ces pratiques reste ainsi limitée. Les formes réelles demeurent les expériences évoquées et des manipulations.

→ En ce qui concerne les fonctions accordées à ces pratiques, différentes fonctions ont été détectées :

- Fonctions de scientificité : fonctions notionnelles liées à l'explication de notions de la digestion (dont le niveau de formulation de ces notions diffèrent d'un niveau à un autre) et fonctions épistémologiques liées à la mise en évidence de l'importance de l'expérimental en biologie.
- Fonctions éducatives : fonctions liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition d'habiletés manuelles et de savoir-faire liés aux pratiques expérimentales en biologie.
- Fonctions pédagogiques : fonctions liées à l'apprentissage du travail en groupe, et à la capacité de communiquer les résultats et de discuter avec ses pairs.
- Fonctions professionnelles : les pratiques expérimentales en biologie assure une certaine formation professionnelle pour les étudiants.
- Fonctions de "support pédagogique" : l'enseignement expérimental semble faciliter la tâche des enseignants puisque les étudiants comprennent plus facilement avec les travaux pratiques.

→ Cependant, les fonctions notionnelles demeurent les fonctions les plus détectées et ceci aux différents niveaux du curriculum tunisien analysés. En effet, la plupart des verbes d'action employés traduisent des objectifs notionnels "montrer"

"expliquer" "présenter" "préciser" "dégager". Il s'avère donc que l'enseignement expérimental des sciences privilégie la transmission des savoirs au détriment d'un apprentissage méthodologique. En effet, dans ces pratiques les connaissances liées à la digestion ne sont pas construites à partir de problématique et d'hypothèses clairement énoncées. L'accent est plutôt mis sur les résultats d'expériences. Ces résultats sont présentés à titre illustratif. Pour l'enseignant, l'accent est mis sur la «vérification» et la «confirmation» donnée par les expériences à ces résultats qui sont souvent connus à l'avance et attendus. Les expériences sont, ici, conçues pour « voir ». Elles servent à guider les élèves vers les résultats attendus. Par conséquent, plus de place aux doutes et ces pratiques deviennent d'un argument pour enseigner et convaincre les élèves et non un facteur de remise en cause des hypothèses. L'expérimental semble perdre ainsi sa fonction de réfutation pour devenir un argument d'autorité et de mise en évidence de notion liées à la digestion.

2. Cohérences et incohérences:

La caractérisation des formes que l'enseignement expérimental de la digestion prend et des fonctions qu'il remplit, nous a permis d'analyser ensuite les cohérences et les incohérences entre les formes et les fonctions d'une part, et entre les différents niveaux du curriculum d'autre part.

Plusieurs cohérences et incohérences ont été détectées. Ces cohérences et incohérences sont de deux types :

- ➔ Internes : c'est-à-dire détectées au sein du même niveau du curriculum
 - Exemple d'incohérence interne : l'enseignement expérimental de la digestion se trouve continuellement valorisé par les programmes officiels tunisiens. En effet, ces instructions mettent l'accent sur la nécessité de dispenser en biologie un enseignement ayant pour base l'expérience. Cependant, ces programmes n'indiquent aucune forme d'évaluation de cet enseignement. La discordance constatée entre la valorisation des pratiques expérimentales et l'absence quasi totale de toute forme d'évaluation de ces pratiques induit une certaine incohérence interne au sein des programmes officiels analysés. Par ailleurs, une certaine incohérence interne est détectée au sein des programmes officiels analysés. Et ceci, à cause des glissements en lacune constatés : des différentes fonctions accordées à l'enseignement des sciences naturelles, l'enseignement expérimental de la digestion n'en garde que les fonctions notionnelles (objectifs spécifiques de l'enseignement expérimental de la digestion).

- Exemple de cohérence interne : les guides méthodologiques comme les manuels scolaires proposent une diversité de pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, d'où une certaine cohérence interne au sein du curriculum potentiel. Par ailleurs, au sein du curriculum réel, malgré certaines différences détectées entre les enseignants interviewés et préalablement observés, quant à l'enseignement expérimental de la digestion, nous avons remarqué que la plupart des pratiques de ces enseignants relatives aux objectifs, aux contenus et aux méthodes, au niveau de l'enseignement expérimental de la digestion, présentent des choix stéréotypés bien choisis dont le déroulement et l'aboutissement sont bien connus. D'où une certaine cohérence interne.

→ Externes : c'est-à-dire détectées entre les différents curriculums

- Exemple d'incohérence externe : Bien que les documents écrits (programmes officiels, manuels scolaires et guides méthodologiques) de notre corpus soient édités par la même administration, à savoir la direction des programmes du ministère de l'éducation, ces textes présentent certaines incohérences externes quant aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion. Le curriculum potentiel propose, par exemple, différentes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Alors que le curriculum prescrit ne propose que la digestion expérimentale de l'amidon (9^{ème} année de base) et/ou de l'ovalbumine (3^{ème} année secondaire). Ceci peut être expliqué par le fait que ces documents sont conçus par des auteurs différents qui obéissent à des logiques différentes et qui ont subi des formations différentes. Cette hypothèse serait donc à tester dans une recherche qui présentera le prolongement de notre travail et qui viendra pour compléter et approfondir la recherche menée par Orlandi (1991) sur les conceptions des enseignants sur la science et leurs démarches d'enseignement expérimental. Le but de ce travail serait de caractériser les conceptions de l'enseignement expérimental de la digestion et les fonctions que les concepteurs de programmes officiels ainsi que les auteurs des manuels scolaires et des guides méthodologiques accordent à cet enseignement afin de cerner les fondements de leur choix dans la conception de l'enseignement expérimental de la digestion dans ces documents écrits.

- Exemple de cohérence externe : l'enseignement expérimental de la digestion se trouve valorisé dans les trois niveaux du curriculum tunisien. En effet, ce sont des pratiques expérimentales sur la digestion qui introduisent l'enseignement de ce phénomène dans les curriculums prescrit, potentiel et réel, et ce pour la 9^{ème} année de base ainsi que la 3^{ème} année secondaire.

→ Nous rappelons que, dans le cadre de notre recherche, nous avons retenu le schéma de Lebeaume (1999) comme cadre théorique qui permet d'analyser les corrélations entre les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, prennent et les fonctions qu'elles remplissent. L'application de ce schéma montre que :

Au niveau du curriculum prescrit :

- Les tâches sont généralement non précisées. En effet, Les programmes officiels analysés restent implicites quant aux formes de l'enseignement expérimental de la digestion. Ils se limitent à mentionner que cet enseignement se déroule dans le cadre de travaux pratiques. Ils ne signalent pas les modes didactiques et pédagogiques à adopter pour la mise en place de ces pratiques expérimentales. Bien que, ces instructions semblent s'ouvrir sur l'enseignement expérimental de la digestion, elles ne le balisent pas le laissant assez vaste. Le sujet employé est souvent le pronom indéfini "on" qui ne fournit aucune précision sur les tâches respectives de l'enseignant de l'élève. Ces instructions officielles semblent présenter des lacunes dans la mesure où elles ne portent pas de précision sur le mode ou la démarche à suivre pour réaliser ces travaux pratiques.
- L'analyse chimique In vitro semble constituer la référence principale.
- Alors que les visées éducatives diffèrent entre les recommandations générales et les objectifs spécifiques. En effet, au niveau des recommandations générales, nous avons détecté différentes fonctions : notionnelles, éducatives et pédagogiques. Ces fonctions se trouvent réduites au notionnelles au niveau des objectifs spécifiques à l'enseignement expérimental de la digestion.

Au niveau du curriculum potentiel :

- Bien que les tâches soient plus explicites qu'au niveau des instructions officielles, le curriculum potentiel reste assez implicite quant aux auteurs de

ces tâches. Par conséquent le schéma de Lebeaume demeure incomplet du fait que les tâches des élèves restent non précisées.

- Par ailleurs, les visées de ces pratiques s'avèrent d'ordre notionnel et éducatif.
- Ces activités expérimentales présentent différentes références : une démarche expérimentale traduisant le schéma OHERIC. Ce schéma apparaît avec d'importantes modifications, par ajout ou suppression d'étapes : le manuel présente le schéma OERIC. Le guide méthodologique présente cependant, selon les paragraphes analysés, l'un des schémas suivants : POHERIC POERIC, POHC et OHERIC. L'apparition dans les trois premiers cas du problème «P» ne change pas de cadre conceptuel car le problème est toujours fixé sans implication de l'élève. Ce qui rend ce problème extrinsèque à l'élève et même à l'enseignant puisque ce problème est fourni par le document (Orange, 1997). En effet, dans ces pratiques expérimentales, l'enseignant ne s'intéresse qu'aux résultats. La question traitée dans cette pratique expérimentale et la problématique de départ restent généralement implicites pour ne pas dire méconnues. L'analyse chimique *In vitro* et les expériences historiques de Spallanzani et de Réaumur constituent également des références pour l'enseignement expérimental de la digestion.

Au niveau du curriculum réel :

- Les tâches des élèves varient d'une classe à une autre. Elles consistent généralement à suivre l'enseignant en train d'expliquer la digestion expérimentale de l'amidon, réaliser avec leur enseignant l'hydrolyse de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire, comparer les différents aspects des tubes, réaliser l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine, et ceci en suivant le protocole expérimental fourni par les enseignants. IBref, il s'agit dans la plupart des cas d'une exécution de consignes données par l'enseignant ou le fascicule de travaux pratiques (cas de SVT4). Il s'agit d'une véritable « application de recettes ».
- Les visées de l'enseignement expérimental de la digestion, s'avèrent d'ordre notionnel, épistémologique (très réduit), éducatif (très limité) et pédagogique (réduit)

- La démarche expérimentale traduisant le schéma OHERIC avec ajout ou suppression d'étapes aboutissant généralement à un schéma de type E.R.I.C (Expérience, Résultats, Interprétation et conclusion), et l'analyse chimique In vitro présentent les références principales dans cet enseignement.

→ Une certaine cohérence semble ainsi être détectée entre les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, d'une part, l'analyse chimique In vitro présente la forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion et d'autre part, les notions de la digestion visées par cet enseignement relèvent de l'aspect biochimique dont le niveau de formulation change en passant du collège au lycée pour devenir de plus en plus moléculaire (diastase, enzyme, simplification moléculaire) ce qui confère une certaine compatibilité entre les formes et les fonctions de ces pratiques expérimentales.

→ En plus, nous avons remarqué que d'une part les fonctions notionnelles s'avèrent les plus détectées au sein du curriculum tunisien. Et que ces pratiques semblent s'inscrire réellement dans un mode d'élaboration théorique d'autre part. Ce qui induit une certaine cohérence entre formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion.

→ Cependant, plusieurs fonctions potentielles se trouvent envisageables en gardant les mêmes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, des fonctions de scientificité, éducatives et pédagogiques peuvent être valorisées.

3. Progressivité de l'enseignement expérimental de la digestion tout au long du cursus scolaire tunisien : collège, lycée et faculté :

→ L'analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien et tout au long du cursus scolaire nous a permis également la progressivité de cet enseignement en passant du collège à la faculté via le lycée.

→ Nous avons ainsi remarqué qu'en passant du collège vers le lycée, l'enseignement expérimental de la digestion ne subit pas de lourde métamorphose. En effet, la forme de cet enseignement n'a pas connu de réelle évolution et réorganisation en passant de l'enseignement de base à l'enseignement secondaire. L'analyse chimique In vitro traduite par des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon et/ou de l'ovalbumine, reste dominante.

Ces pratiques prennent la forme d'expériences évoquées ou de manipulations. Alors que les fonctions notionnelles demeurent les fonctions les plus détectées.

- ➔ Cependant, de légères variations ont été détectées liées essentiellement aux notions visées par l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, nous avons remarqué que ces notions changent de niveau de formulation en passant au secondaire pour devenir de plus en plus biochimiques voir moléculaire (diastase, simplification moléculaire, etc.)
- ➔ En passant du lycée vers la faculté, nous avons remarqué une certaine évolution au sein de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, en passant au supérieur, les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion s'inscrivent dans le cadre de travaux pratiques avec des manipulations plus élaborées. Ces travaux pratiques semblent offrir aux étudiants un espace où ils manipulent, interprètent les résultats, concluent, rédigent les comptes rendu avec une certaine liberté et autonomie.

L'analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion , au sein du curriculum tunisien, nous a permis ainsi de remarquer que l'analyse chimique In vitro présente la forme dominante de ces pratiques. Alors que les fonctions notionnelles semblent être les plus visées de cet enseignement. La question qui se pose alors est la suivante : quelles conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il est pratiqué au sein du curriculum tunisien permet de nourrir chez les apprenants et leurs enseignants.

Chapitre II

Analyse des conceptions sur le vivant des apprenants tunisiens et de leurs enseignants dans l'enseignement expérimental de la digestion :

A. Rappel des objectifs de ce chapitre :

Nous avons remarqué, au cours de l'analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion, une dominance de pratiques analytiques chimiques (analyse chimique *In vitro*). Une telle conclusion nous a mené à s'interroger sur les conceptions du vivant, que de telles pratiques permettent de nourrir chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants. Pour cela, nous nous sommes intéressé, au début, à la place de l'articulation entre l'*in vivo* et l'*in vitro* dans l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien. Il s'agit d'analyser comment cette articulation est préconisée par les programmes officiels, présentée par les manuels scolaires, les guides méthodologiques et les fascicules de travaux pratiques, et traitée réellement en classe. Nous avons, ensuite, analysé les conceptions sur le vivant, que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion permettent de nourrir chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants.

B. Rappel de l'hypothèse de recherche :

Au sein du curriculum tunisien, un déficit de prise en compte des spécificités du vivant dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion et une centration sur l'aspect analytique, empirique et chimique de ces pratiques, pourraient être à l'origine d'une dévalorisation de l'articulation entre l'*In vivo* et l'*in vitro* dans cet enseignement. Cette dévalorisation pourrait à son tour contribuer à renforcer une conception analytique voir biochimique du vivant, chez les apprenants ainsi que chez leurs enseignants.

C. Rappel de la méthodologie :

1. Outils d'investigation :

Afin de clarifier les conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental permet de développer chez les collégiens, les lycéens, les étudiants ainsi que chez leurs enseignants et compte tenu de notre hypothèse de recherche, notre recueil de données a porté sur l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ainsi que sur les conceptions développées par les apprenants et leurs enseignants sur le vivant. Il s'agit d'analyser, en premier lieu, comment cette articulation est préconisée par les programmes officiels, présentée par les manuels scolaires, les guides méthodologiques et les fascicules de travaux pratiques et traitée réellement en classe. Et de caractériser, ensuite, les conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion permet de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants. Pour ce faire, nous avons adopté l'approche curriculaire comme méthodologie de recherche. Ainsi :

- ➔ A l'aide de la grille de dépouillement des documents écrits, nous avons analysé les curriculums prescrits et potentiels (les programmes officiels, les documents méthodologiques, les manuels scolaires et le fascicule de travaux pratiques).
- ➔ A l'aide d'entretien semi-directif, nous avons interviewé différents publics :
 - Des assistants assurant l'enseignement de travaux pratiques de physiologie animale pour les étudiants de la maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre à la faculté des Sciences de Sfax.
 - Des professeurs assurant le cours de sciences naturelles pour la 3^{ème} année secondaire
 - Des professeurs assurant le cours de sciences naturelles pour la 9^{ème} année de base
 - Des élèves de la 9^{ème} année de base.
 - Des étudiants de la maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre de la faculté des Sciences de Sfax (c'est-à-dire des futurs enseignants).
- ➔ A l'aide d'un questionnaire, nous avons interrogé des élèves de la 3^{ème} année secondaire.

Par ailleurs, chaque niveau scolaire exploré a été, préalablement, observé, au cours de la séquence de l'enseignement expérimental de la digestion. Ces observations ont été ainsi, complétées par les entretiens et le questionnaire. Cette enquête a été réalisée avec l'accord des sujets concernés. Les entretiens ont fait l'objet de transcriptions intégrales.

Que ce soit au cours des entretiens ou au questionnaire, les questions posées permettent d'interroger l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro et d'explorer les conceptions des apprenants ainsi que de leurs enseignants sur le vivant. Les questions posées aux enseignants étaient ainsi les suivantes :

- Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relatives aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?
- Comment abordez-vous cette articulation en classe ?
- Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ? Pourquoi ?
- Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?"

Alors que les questions posées aux élèves étaient les suivantes :

- Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ? Pourquoi ?".
- Selon toi, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?"

D. L'articulation entre l'“In vivo” et l'“In vitro” dans l'enseignement expérimental de la digestion :

1. cadre de référence :

Le fait qu'en biologie, l'objet d'étude est l'être vivant induit certaines précautions particulières au niveau des pratiques expérimentales. Ces précautions sont liées aux spécificités du matériel biologique que Canguilhem (1965, p26) a relevées et

analysées et qu'il convient d'avoir à l'esprit : *"il convient d'examiner...quelles précautions méthodologiques originales doivent susciter dans la démarche expérimentale du biologiste, la **spécificité** des formes vivantes, la **diversité** des individus, la **totalité** de l'organisme, l'**irréversibilité** des phénomènes vitaux ».*

Nous allons, ainsi, essayer de faire le point sur les caractéristiques de l'être vivant et analyser les précautions expérimentales en biologie, qu'elles induisent.

◆ **La spécificité et l'individualisation** : La spécificité des formes vivantes se traduit au niveau des pratiques expérimentales en biologie par le fait que les résultats d'une expérimentation réalisée sur une espèce ou une variété particulière ne sont pas généralisables sans difficultés à une autre variété ou à une autre espèce. En effet, *"...l'important ici est qu'aucune acquisition de caractère expérimental ne peut être généralisée sans d'expresses réserves, qu'il s'agisse de structures, de fonctions et de comportements, soit d'une variété à une autre dans une même espèce, soit d'une espèce à une autre, soit de l'animal à l'homme"*¹ (Canguilhem, 1965, p27). C'est le dernier passage qui semble poser le plus de problème au niveau des pratiques expérimentales en biologie. En effet, pour des raisons éthiques l'homme est loin d'être choisi comme objet d'expérimentation en biologie. Les chercheurs font référence souvent au modèle animal. De ce fait, plusieurs problèmes viennent s'ajouter : le choix du modèle animal adéquat (en effet, le modèle choisi doit développer des réactions très proches de celles que nous développons), les études et les compétences supplémentaire à réaliser avant de permettre le transfert des résultats du modèle animal vers l'homme, etc. C'est ainsi que concernant les recherches thérapeutiques sur la digestion, le porc qui développe des réactions très proches de celles que nous développons, se trouve souvent choisi comme modèle et que seulement après des essais thérapeutiques approfondis chez des volontaires que l'autorisation d'utiliser tel ou tel médicaments sera délivrée.

Par ailleurs, l'individualisation du matériel biologique présente également un problème aux expérimentations en biologie. En effet, les protocoles expérimentaux en biologie reposent souvent sur des comparaisons entre deux états : l'expérimental et le témoin. Ces comparaisons permettent d'obtenir des résultats. Mais pour comparer et avoir des résultats fiables il faut travailler sur des êtres vivants aussi identiques que possible de telle sorte qu'ils diffèrent que selon une seule variable,

objet de l'expérimentation réalisée. La question qui se pose est alors "...comment s'assurer à l'avance de l'identité sous tous les rapports de deux organismes individuels qui, bien que de même espèce, doivent aux conditions de leur naissance (sexualité, fécondation, amphimixie) une combinaison unique de caractères héréditaires ? A l'exception des cas de reproduction agame (boutures des végétaux), d'autofécondation, de gémellarité vraie, de polyembryonie (chez le tatou par exemple), il faut opérer sur des organismes de lignée pure relativement à tous les caractères, sur des homozygotes intégraux. Or si le cas n'est pas purement théorique, il faut avouer du moins qu'il est strictement artificiel" (Canguilhem, 1965 p28).

◆ **La complexité de l'être vivant** : dans l'organisme vivant, la complexité existe à tous les niveaux (molécule, cellule, tissu, organe, organisme, population, écosystème, etc.). Il s'agit de véritables systèmes complexes "dans lesquels le tout est plus que la somme des parties" (Simon, 1962, p467).

Il ne s'agit pas de tomber dans un vitalisme qui ferait obstacle à l'avancée des connaissances biologiques comme le précise Jacob (1970, p201) : "*ce n'est pas par nature, par une qualité propre au vivant, que les phénomènes de la biologie sont plus compliqués que ceux de la physique. Ils sont plus compliqués parce qu'on ne peut jamais les isoler. Ils représentent toujours la résultante d'une série d'évènements qui restent indissolublement liés entre eux et s'engendrent les uns les autres*". C'est d'ailleurs ce qui a été souligné par Mayr (1989, p69), aussi, : "l'affirmation selon laquelle le réductionniste est la seule approche justifiable est souvent renforcée par l'assertion que la seule alternative est le vitalisme. Cela est faux. Même si certains antiréductionnistes ont été vitalistes, presque tous les derniers antiréductionnistes ont rejeté avec force le vitalisme"

La totalité d'un organisme constitue, en effet, un obstacle pour une approche analytique. L'organisme présente une harmonie générale que C. Bernard (1865, p139) défend ses principes de totalité et de solidarité : "*Proscrire l'analyse des organismes au moyen de l'expérience, c'est arrêter la science et nier la méthode expérimentale ; mais d'un autre côté, pratiquer l'analyse physiologique en perdant de vue l'unité harmonique de l'organisme, c'est méconnaître la science vitale et lui enlever tout son caractère*". De ce fait, une étape s'impose, après l'approche expérimentale réductionniste au laboratoire, qui consiste à une prise en compte de la totalité et de l'harmonie générale de l'organisme.

◆ **Unité et variabilité** : La biologie a toujours oscillé entre deux positions extrêmes qu'il a fallu articuler pour mieux comprendre le vivant. Ces deux approches sont les suivantes :

- La recherche d'unité : avec la théorie cellulaire qui a permis de trouver un trait commun à tous les organismes vivants.

- La recherche de diversité : avec des recherches génétiques qui visent à expliquer la diversité des métabolismes. En effet, à l'opposé des entités et des objets d'étude des sciences physiques qui ont des caractéristiques invariables, les entités biologiques sont déterminées par leur variabilité. Face à cette diversité, une prise en compte de la variabilité de l'être vivant s'impose ainsi induisant une vigilance vis-à-vis de toute généralisation incontrôlée.

◆ **Instabilité du matériel biologique** : outre sa variabilité, le vivant présente une continue évolution dans le temps. Il s'agit d'un système dynamique et instable. Ce dynamisme est conséquent de processus vitaux, tels que les rythmes et les cycles biologiques, ou bien des réactions aux milieux. Ce qui fait que le vivant se transforme, mute et évolue régulièrement. Il est loin d'être un objet inerte.

Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que l'expérience aussi, transforme l'organisme. Ainsi les conditions dans lesquelles l'animal de laboratoire est maintenu (isolé, en groupe, en captivité, etc.) le modifient profondément.

Il paraît intéressant de signaler, à la fin, que la question de la spécificité épistémologique de la biologie a été traitée par plusieurs auteurs. En effet, Bernard (1865), par exemple, a exprimé des idées analogues à celles avancées par Canguilhem. Il a considéré que «*la biologie a son problème spécial et son point de vue déterminé*» et que «*c'est seulement la complexité des phénomènes de la vie qui commande la spécificité de la pratique expérimentale en biologie*» (Bernard, 1865, p196-198).

Vu les spécificités du matériel biologique et les précautions qu'elles induisent au niveau des pratiques expérimentales en biologie, nous considérons qu'interroger l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro au niveau des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion permettra d'analyser dans quelle mesure ces

spécificités sont prises en compte dans cet enseignement. En effet, traiter, évoquer et penser cette articulation au cours de l'enseignement expérimental de la digestion, traduit une certaine vigilance vis-à-vis des spécificités du matériel biologique et des précautions expérimentales qu'elles induisent. Une telle valorisation de l'articulation entre l'In vitro et l'In vivo dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion contribue à aider les apprenants tunisiens à construire une conception biologique du vivant et à se rendre compte des limites de l'approche analytique en biologie.

2. Résultats et discussions :

2.1. Collège : 9^{ème} année de base

a. Analyse du curriculum prescrit :

Nous rappelons que pour l'étude du curriculum prescrit relatif à la 9^{ème} année de base, nos analyses ont porté sur les programmes officiels de sciences naturelles actuellement opératoires pour ce niveau scolaire (Annexe C1). Il s'agit de "Programmes Officiels du 2^{ème} cycle de l'Enseignement de Base –Décret n°1205 du 23 juin 1997 -Annexe V– Sciences Naturelles". L'analyse de ce document montre qu'au niveau du chapitre relatif à l'enseignement expérimental de la digestion intitulé "les fonctions de nutrition chez l'homme, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro n'est pas soulevée. En effet, nous n'avons détecté aucun passage mentionnant un aspect de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. C'est le rôle de la salive qui semble être visé : "on réalisera des expériences en vue de mettre en évidence le rôle de la salive".

b. Analyse du curriculum potentiel :

Pour l'étude du curriculum potentiel nous avons analysé le guide méthodologique (Annexe C3) et le manuel de sciences naturelles (Annexe C2) destinés à la 9^{ème} année de base.

➤ Guide méthodologique :

L'analyse de ce document montre que bien que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, qu'y sont proposées, semblent se prêter au traitement de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, ce guide n'évoque pas cette articulation. En effet, aucune expression mentionnant l'articulation entre l'In vivo et

l'In vitro n'a été détectée. Ces pratiques demeurent ainsi au service de l'illustration de phénomène de la digestion chimique.

➤ **Manuel scolaire :**

L'analyse du chapitre relatif à la digestion "les fonctions de nutrition chez l'homme" permet de révéler certains passages mentionnant certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro :

1. Dans la partie intitulée "cherchons" (Annexe C2, p41) : les auteurs du manuel scolaire proposent, dans le cadre de l'enseignement de la digestion, l'expérience de Réaumur. Cette pratique expérimentale qui consiste à introduire dans l'estomac d'un oiseau blessé, un morceau de viande dans un tube en métal présentant des trous. Les élèves sont invités ensuite à proposer une expérience qui permet de vérifier que les transformations que la viande a subies, étaient dues à l'action de substances chimiques. Ces élèves doivent ainsi penser et traiter l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro pour la conception de cette expérience.

2. Dans la partie intitulée «comprenons :

- Les auteurs de ce manuel proposent, dans le cadre de la "digestion expérimentale de l'amidon" (Annexe C2, p42), un tableau comparatif entre, d'une part, les conditions naturelles de l'hydrolyse de l'amidon dans la bouche et d'autre part, les conditions expérimentales qui vont les remplacer In vivo. Ce tableau semble illustrer donc, un aspect de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, il présente les conditions In vivo et les conditions expérimentales qui vont les remplacer pour réaliser l'expérience de digestion artificielle.
- Dans le cadre de l'"expérience de Spallanzani" (Annexe C2, p46), les auteurs du manuel scolaire de Sciences naturelles de 9^{ème} année de base explique comment ce chercheur a utilisé le suc digestif, qu'il a récupéré auprès de certains oiseaux, pour hydrolyser un morceau de viande et des graines de blé. A côté de la phrase mentionnant que le suc digestif que Spallanzani a utilisé était un suc digestif naturel, nous détectons un autre passage évoquant un aspect de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro: "Pour garder une température statique proche de celle du corps, Spallanzani a mis les tubes sous son aisselle durant trois jours".

➤ **En Résumé :**

Pour récapituler, nous pouvons dire que l'analyse du curriculum potentiel relatif à la 9^{ème} année de base, permet d'avancer les remarques suivantes :

- ➔ Au cours du chapitre relatif à l'enseignement de la digestion, les concepteurs du manuel scolaire semblent soulever, dans certains passages, quelques aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Parmi ces passages, nous citons le tableau comparatif qui présente les conditions naturelles (dans la bouche) et les conditions expérimentales qui vont les remplacer au cours de la réalisation de la digestion In vitro de l'amidon par la salive.
- ➔ Toutefois, nous tenons à signaler que ces aspects se limitent aux conditions physico-chimiques à respecter au cours de la réalisation de la digestion In vitro. En plus, ces conditions restent cependant limitées et incomplètes. En effet, la durée expérimentale, par exemple, n'est pas articulée avec la durée naturelle de la digestion. Les concepteurs du manuel se limitent toujours à présenter le temps nécessaire pour le déroulement de l'expérience mais ils ne l'articulent pas avec le temps que ce phénomène prend In vivo. Pour l'expérience de Spallanzani, par exemple, ces auteurs mentionnent que cette expérience a duré trois jours mais il n'a pas indiqué la durée que cette hydrolyse prend In vivo et surtout pourquoi il y'a une différence entre la durée réelle et la durée expérimentale.
- ➔ Bien que l'étude des conditions nécessaires à l'action d'enzyme digestive ne figure pas parmi les parties à traiter dans l'enseignement de la digestion en 9^{ème} année de base (Annexe C1), nous remarquons que certaines conditions sont soulevées dans ce manuel, sous forme de remarques qui accompagnent le protocole expérimental proposé. .
- ➔ Ainsi, en 9^{ème} année de l'enseignement de base, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouve soulevée sous forme de remarques d'ordre empirique accompagnant le protocole expérimental proposé. Il s'agit généralement de certaines conditions physico-chimiques In vivo à tenir compte In vitro. Le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être traité explicitement. Cette articulation ne constitue donc pas, un objectif visé de l'enseignement expérimental de la digestion. Mais elle reste plutôt une étape du protocole expérimental à en tenir compte pour atteindre un objectif notionnel précis consistant à réaliser la digestion In vitro de l'amidon par la salive et à illustrer la digestion chimique et le rôle de la salive.

→ Dans le cadre du curriculum potentiel, le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'in vitro demeure ainsi, assez implicite et dévalorisé en faveur de l'aspect empirique. D'où une certaine compatibilité avec les programmes officiels.

c. Analyse du curriculum réel :

Afin d'analyser le curriculum réel, nous avons entrepris une enquête auprès de trois classes de 9^{ème} année de base, soit C11, C12 et C13, appartenant à différentes régions de la Tunisie. Pour chaque classe, nous avons commencé par enregistrer (enregistrement audio vidéo) et observer des séquences d'enseignement expérimental de la digestion. Nous avons ensuite interrogé les enseignants des sciences naturelles de ces classes, soit Pr1 exerçant en C11, Pr2 de C12 et Pr3 exerçant en C13. Et nous avons, enfin, interviewé des collégiens. En totalité, 14 collégiens (C1-C14) ont été interviewés. Ces apprenants appartiennent aux trois classes préalablement observées (C11, C12 et C13) et se répartissent comme suit : C11 : C1-C5 ; C12 : C6–C10 et C13 : C11-C14

→ C11 :

➤ Observation de séquence de l'enseignement expérimental de la digestion :

L'enseignement expérimental de la digestion, réalisé dans en C11, se résume dans les deux activités suivantes :

- L'enseignant demande à trois élèves de mâcher le pain et de décrire le changement du goût qu'ils ont eu à la fin.
- L'enseignant, en se servant de tubes à essai, de salive qu'il a récupérée chez les élèves, d'indicateur coloré, de bain marie, il réalise une expérience d'hydrolyse d'amidon sur sa paillasse.

Au cours de ces pratiques, nous avons remarqué que certains aspects de l'articulation entre In vivo et In vivo, ont été soulevés par Pr1 dans la deuxième activité : *"vos camarades ont remarqué que le pain mâché change du goût et ils ont senti un goût sucré...on va essayé de comprendre comment on obtient ce goût sucré...pour cela...on va réaliser une expérience de digestion de l'amidon par la salive...on va réaliser cette expérience pour comprendre comment se fait la digestion de l'amidon dans la bouche...pour réussir cette expérience...on doit avoir les mêmes*

conditions qui existent réellement dans la bouche...donc...la bouche sera remplacée par les tubes à essai...la température doit être de l'ordre de 37°C car dans la bouche on a cette température...on va maintenir cette température grâce au bain marie qu'on a ici... on va utiliser de la salive humaine".

Ainsi, en CI1, certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouvent évoqués. Cependant, ces aspects se limitent à quelques conditions physico-chimiques d'In vivo à respecter In vitro. En outre, cette articulation est loin d'être traitée en tant que problème. En effet, c'est plutôt l'aspect empirique qui se trouve valorisé afin d'obtenir les résultats attendus de ces pratiques expérimentales. D'où, une certaine compatibilité avec le manuel scolaire.

➤ **Entretien avec Pr1 :**

Comme ses collègues, Pr1 était invité à répondre aux questions suivantes :

- Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?
- Comment abordez-vous cette articulation en classe ?
- Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ? Pourquoi ?

En réponse à la première question, Pr1 considère que *«...l'articulation entre In vivo et In vitro liée à la digestion est bien présentée dans le manuel scolaire...dans le chapitre de la digestion...il y a un tableau entier qui présente...les conditions dans la bouche...la température, la salive...et comment les remplacer dans les expériences...la bouche est remplacé par un tube à essai...on utilise la salive...le bain marie pour avoir une température d'environ 37°C...dans les programmes officiels la relation entre l'In vivo et l'In vitro...je pense que ce point n'est pas évoqué à ce niveau...en 9^{ème} année de collège...mais en 3^{ème} année secondaire... section sciences expérimentales les professeurs doivent détailler ça...mais en 9^{ème} année on enseigne que l'hydrolyse de l'amidon In vitro...mais pour expliquer la digestion In vitro de l'amidon par la salive aux élèves je suis obligé d'évoquer cette articulation...je reprend presque le tableau donné par le manuel".*

Il semble donc que Pr1 réduit l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de la salive. Il pense également que cette articulation se trouve présentée dans le manuel scolaire car, dans le

chapitre consacré à la digestion, le protocole expérimental à suivre pour réaliser une expérience de digestion de l'amidon In vitro est expliqué. Alors que cet enseignant considère que, dans les programmes officiels, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne figure pas. Car selon Pr1, cette articulation, qu'il réduit à l'étude des conditions physico-chimiques nécessaires à l'action des enzymes digestifs, ne fait pas partie des programmes des sciences naturelles de 9^{ème} année de base. Il s'agit d'une partie à traiter plutôt en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales.

Par ailleurs, l'analyse de la réponse de Pr1 à la deuxième question, montre une certaine cohérence entre ce que nous avons relevé lors de nos observations et le discours de cet enseignant. En effet, Pr1 signale que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro a été soulevée dans la partie consacrée à l'étude de la digestion artificielle de l'amidon : *"je commence par donner à trois élèves des morceaux de pain...je leur demande de mâcher pendant longtemps...après je leur demande de décrire à leur camarades le goût qu'ils ont senti...une fois le goût sucré est noté...je prends cette activité comme point de départ...pour argumenter l'expérience d'hydrolyse d'amidon qu'on va réaliser ensuite...je dis aux élèves que pour comprendre comment le pain s'est transformé en sucre...quel est l'origine de ce goût sucré...qui est le responsable de cette transformation...nous allons faire la même expérience mais à l'extérieur du corps...pour réussir cette expérience...il faut respecter...les mêmes conditions qui existent dans la bouche...de là je fais le tour du matériel que j'ai préparé pour l'expérience...j'explique le rôle du bain marie par exemple, du liquide de Fehling, de l'eau iodée, etc. ...comme ça j'explique l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro aux élèves"*

Il semble donc, que pour cet enseignant, aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro consiste à évoquer certaines conditions physico-chimiques expérimentales tout en les articulant avec les conditions d'In vivo.

Par ailleurs, Pr1 considère que les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. En effet, en réponse à la troisième question, Pr1 signale que *«ces activités reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme...mais à condition bien sûr de respecter cette articulation entre l'In vivo et l'In vitro....il faut que les conditions des expériences soient pareilles à celles qui existent dans le corps»*.

Les arguments soulevés par cet enseignant pour défendre son point de vue semblent converger vers le fait que ces expériences tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de l'organisme (température, salive, etc.).

Cet enseignant semble ainsi être peu vigilant quant aux limites des activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, Pr1 réduit l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à la reproduction des conditions physico-chimiques naturelles, In vitro. Il considère que du fait qu'il y'a prise en compte de ces conditions physico-chimiques au cours du protocole expérimental, ces pratiques reflètent l'In vivo.

➤ **Entretien avec les collégiens :**

Dans le cadre de cette recherche, nous avons interviewé 14 collégiens (C1–C14) dont 5 collégiens appartiennent à C11 (C1-C5). Ces collégiens étaient invités à répondre à la question suivante :

Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ? Pourquoi ?".

L'analyse des réponses des collégiens interviewés fait révéler deux groupes de réponse :

1. le premier groupe est formé par 4 collégiens sur les 5 interrogés, soit C1, C2, C4 et C5. Pour ces élèves, les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Leurs arguments semblent converger vers deux points :

- Le premier évoque l'enseignant (2/5) (C1, C5) : En effet, ces collégiens défendent leurs réponses en s'appuyant sur ce que l'enseignant leur a dit au cours de la séance de travaux pratiques :

C1 : "Oui les expériences... qu'on a faites dans le cours de la digestion... permettent de voir ce qui se passe dans le corps... c'est ce que monsieur nous a dit en classe..."

C5 : "Oui ces expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme...Oui parce que monsieur nous a dit que ces expériences montrent ce qui se passe à l'amidon dans la bouche »"

- Le deuxième argument tourne autour des conditions expérimentales qui sont pareilles aux conditions qui règnent à l'intérieur de l'organisme (2/5) (C2, C4). Deux collégiens adoptent cet argument pour défendre leur point de vue :

C2 : *"Oui...à mon avis...les expériences sur la digestion de l'amidon permettent... de comprendre ce qui se passe dans le corps....car on fait les expériences dans les mêmes conditions qui existent dans le corps"*

C4 : *"oui ces expériences...reflète ce qui se passe dans l'organisme...car on respecte les mêmes conditions de la bouche... une température 37°...un PH neutre en plus on utilise notre salive "*

2. Le deuxième groupe est présenté par un seul collégien (C3). Ce dernier avoue qu'il ne sait pas si les activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme.

C3 *"je ne sais pas...on n'a pas étudié ça en classe"*

→ **CI2 :**

➤ **Observation de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :**

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste en une expérience d'hydrolyse d'amidon réalisée par les élèves sous le guidage de l'enseignant. En ce qui concerne l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, nous pensons que ce problème est loin d'être traité ou soulevé dans cette classe. En effet, Pr2 a simplement survolé les différents instruments et matériels expérimentaux : *"....pour comprendre l'action de la salive sur l'amidon...vous allez réaliser une expérience de digestion In vitro de l'amidon par la salive...vous avez devant vous l'empois d'amidon, un bain marie pour garder une température proche de 37°C...des indicateurs colorés...vous avez le liquide de Fehling pour détecter...la présence du sucre...et l'eau iodée pour détecter la présence d'amidon...vous allez utiliser votre propre salive...donc des volontaires parmi vous vont donner de la salive...vous avez le protocole expérimental en détail sur ce diapos"*.

Il semble donc qu', en CI2, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouve dévalorisée au profit de la partie empirique. En effet, le but de Pr2 est de «réussir» les expériences et trouver les résultats attendus.

➤ **Entretien avec Pr2 :**

En réponse à la première question, relative au problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans le manuel scolaire et les programmes officiels, Pr2 considère que *"les programmes officiels ne présentent pas cette articulation et c'est normal..."*

car on n'enseigne pas cette articulation en 9^{ème} année...c'est une partie très importante de la digestion qui s'enseigne en 3^{ème} année secondaire...pour le manuel scolaire...il présente cette articulation...car il présente le protocole expérimental à appliquer lors de la réalisation de l'expérience de la digestion de l'amidon".

Pr2 semble donc rejoindre Pr1. En effet, ces enseignants s'accordent sur le fait que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouve présentée dans le manuel scolaire.

Alors que dans les programmes officiels, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne figure pas. Car selon ces enseignants, cette articulation ne fait pas partie des programmes des sciences naturelles de 9^{ème} année de base. En plus, Pr2, comme Pr1, semble réduire l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à l'étude des conditions physico-chimiques nécessaires à l'action des enzymes digestives.

Quant à la manière d'aborder le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans sa classe, Pr2 signale qu'il *«j'aborde cette articulation en classe...généralement avant que les élèves commencent à manipuler...j'explique aux élèves les différentes étapes du protocole expérimental...qu'ils vont réaliser dans l'expérience de digestion de l'amidon par la salive...».*

Nous remarquons ainsi une certaine cohérence entre ce que nous avons relevé lors de nos observations et les déclarations de Pr2. En effet, cet enseignant semble réduire l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro au survol et à l'énumération des conditions expérimentales nécessaires à l'action de l'amylase salivaire. Nous pensons ainsi que bien que Pr2 et Pr1 réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de l'amylase salivaire, nous considérons que Pr1 a réussi à mieux aborder ce problème que Pr2. En effet, ce dernier s'est limité au survol et à l'énumération de ces conditions sans essayer de les argumenter et les articuler avec les conditions naturelles.

Par ailleurs, Pr2 considère que les activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. En effet selon cet enseignant, *«...puisqu'elles reflètent les mêmes conditions In vivo...ces expériences sont réalisées dans la même température que celle du corps et avec de la salive humaine...donc, il n'y a pas de problème...ces expériences vont refléter ce qui se passe réellement In vivo».*

Il semble donc que le fait que ces activités expérimentales tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de l'organisme est l'argument mobilisé par Pr2 pour défendre son point de vue.

➤ **Entretien avec les collégiens :**

5 collégiens de CI2 ont été interviewés (C6 – C10). L'analyse des réponses de ces élèves permet de détecter, pareil que pour CI1, deux groupes de réponses :

1. Le premier renferme 2 collégiens sur les 5 interviewés (C6 et C10). Ces élèves considèrent que les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Ces collégiens semblent défendre leurs réponses en s'appuyant sur ce que l'enseignant leur a dit au cours de la séance de travaux pratiques :

C6 : *"les expériences sur la digestion...montrent ce qui se passe dans l'organisme...car Monsieur nous a dit ça...avec ces expériences on voit ce qui se passe à l'amidon dans la bouche".*

C10 : *"Oui monsieur a dit que ces expériences sur l'amidon par la salive...reflètent ce qui se passe dans le corps... »"*

2. Le deuxième groupe de réponse réunie 3 collégiens (C7, C8 et C9). Ces derniers avouent qu'ils ne savent pas si les activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Leurs arguments semblent être divers.

C7 *"je n'ai pas une réponse à cette question...je ne sais pas"*

C8 *"je ne sais pas....je ne me souviens pas que Monsieur nous a enseigné ça"*

C9 *"je ne sais pas.... On n'a pas vu ça en cours"*

➔ **CI3 :**

➤ **Observation de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :**

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste en une expérience sur le pain évoquée par l'enseignant et des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon par la salive, réalisées par les élèves sous le guidage de leur enseignant.

Nous avons également remarqué qu'en CI3 l'enseignement expérimental de la digestion s'est déroulé presque de la même façon qu'en CI1. En effet, Pr3 a commencé par évoquer l'expérience sur le pain : "si vous mâchez longtemps un bout de pain...quel goût sentez-vous à la fin ?..." après une petite discussion avec les élèves qui donnent différentes réponses, Pr3 choisit la réponse qu'il attendait : "...donc après le goût salé ...vous sentez un goût sucré...". Ensuite, il introduit

l'expérience d'hydrolyse d'amidon comme une nécessité pour comprendre le goût sucré apparu "...donc...quelle est l'origine de ce goût sucré...qui n'existe pas au départ...pour répondre à cette question, vous aller réaliser une expérience de digestion de l'amidon par la salive...on appelle cette expérience...expérience In vitro de digestion de l'amidon par la salive...C'est-à-dire qu'on va réaliser une expérience de digestion de l'amidon par la salive à l'extérieur du corps...In vitro ça veut dire à l'extérieur du corps...Pour voir comment la digestion de l'amidon par la salive se passe dans la bouche...et expliquer l'origine de ce goût sucré qui apparaît...pour réaliser cette expérience....il nous faut donc...de la salive...de l'empois d'amidon...une température pareille à celle qui existe dans la bouche...donc une température de 37°C, des tubes à essai qui vont remplacer la bouche, un bain marie...".

Ainsi, certains aspects physico-chimiques de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouvent évoqués en C13. Toutefois, l'articulation entre l'In vivo reste loin d'être un problème soulevé et traité. Elle demeure réduite à certaines conditions physico-chimiques à en tenir compte dans le protocole expérimental. Ces aspects semblent se perdre dans le protocole expérimental car le but est toujours de trouver les résultats attendus des pratiques expérimentales et de réussir par conséquent, à illustrer la digestion chimique de l'amidon et le rôle de la salive.

Nous remarquons également que Pr3 semble rejoindre Pr1. En effet, Pr1 et Pr3 ont articulé les conditions physico-chimiques In vivo avec celles d'In vitro en faisant le survol du matériel à utiliser. En outre, le fait que ces enseignants commencent par une activité consistant à mâcher du pain et qui sert de remarquer et de mettre en évidence l'apparition du goût sucré, permet d'introduire la deuxième activité comme une nécessité pour comprendre ce changement du goût d'une part et comme support pour expliquer les conditions d'In vivo à en tenir compte In vitro, d'autre part.

➤ **Entretien avec Pr3 :**

En réponse à la première question relative à l'articulation entre In Vivo et In Vitro dans le manuel scolaire et les programmes officiels, Pr3 semble s'accorder avec Pr1 et Pr2. En effet, Pr3 considère que *"l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro fait partie du programme de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales...j'ai déjà enseigné au lycée et je sais qu'elle est enseignée à ce niveau...en 9^{ème} année, les programmes officiels ne l'évoquent pas puisque...elle n'est pas une partie à traiter à*

ce niveau...le manuel scolaire présente un tableau qui articule entre les conditions In vivo et les conditions In vitro...et ceci pour expliquer comment réaliser l'expérience de digestion In vitro de l'amidon par la salive".

Ainsi, Pr3 semble réduire l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de la salive à en tenir compte lors de la réalisation de la digestion In vitro de l'amidon par la salive. Par ailleurs cet enseignant considère que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro relative aux pratiques expérimentales liées à la digestion, se trouve présentée dans le manuel scolaire où le protocole expérimental de l'hydrolyse de l'amidon se trouve présenté. Alors que s'agissant d'une partie à traiter en 3^{ème} année secondaire, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne figure pas dans les programmes officiels de 9^{ème} année de base.

Par ailleurs, en réponse à la deuxième question relative à la manière d'aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, Pr3 signale qu'*"en classe, on réalise...avec les élèves...une expérience sur la digestion expérimentale de l'amidon...il faut avant de commencer cette expérience...que j'explique l'utilité de cette expérience...pourquoi on réalise cette expérience...je leur explique qu'avec cette expérience, on va essayer de comprendre ce qui se passe dans la bouche...et pourquoi le pain change du goût et devient sucré...j'explique ensuite le rôle de chaque matériel qu'on va utiliser dans cette expérience...en même temps j'essaie d'articuler avec les conditions In vivo... le tube à essai qui va remplacer la bouche...le bain marie pour garder une température de l'ordre de 37°C comme la température dans la bouche....les élèves comprennent donc que pour réussir cette expérience il faut essayer de créer des conditions pareilles à celle qui existent dans la bouche "*.

Une certaine cohérence est ainsi détectée entre ce que nous avons relevé lors de nos observations et les déclarations de Pr3 quant au déroulement de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, Pr3 considère qu'aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro consiste à évoquer certaines conditions physico-chimiques expérimentales tout en les articulant avec les conditions d'In vivo. Cet enseignant semble ainsi rejoindre Pr1.

Par ailleurs, Pr3 considère que les activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. En effet, en réponse à la troisième question, Pr3 signale que *«...du moment où on tient compte des conditions qui règnent dans le corps...et on essaie de les reproduire dans les*

expériences....ces expériences vont refléter ce qui se passe réellement dans le corps...c'est d'ailleurs la logique des expériences en biologie".

Pr3 semble ainsi rejoindre Pr1 et Pr2. En effet, Pr3, comme Pr1 et Pr2, semble être peu vigilant quant aux limites des activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Il réduit l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à la reproduction des conditions physico-chimiques naturelles, In vitro. En effet, selon ces enseignants, du fait qu'il y'a prise en compte de ces conditions physico-chimiques au cours du protocole expérimental, ces pratiques reflètent l'In vivo.

➤ **Entretien avec les collégiens :**

4 collégiens de C13 ont été interviewés (C11-C14). L'analyse de leurs réponses fait révéler deux groupes de réponses :

1. Le premier groupe est présenté par 3 collégiens (C11, C12 et C14) : ces élèves considèrent que les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Leurs arguments converger en deux points :

- Le premier évoque l'enseignant (2/4) (C12, C14) : Ces élèves défendent leurs réponses en s'appuyant sur ce que l'enseignant leur a dit au cours de la séance de travaux pratiques :

C12 : "Oui les expériences sur l'amidon... permettent de voir ce qui se passe dans le corps... c'est le but de ces expériences... monsieur nous a dit ça en classe..."

C14 "les expériences de la digestion de l'amidon par la salive ...permettent de voir ce qui se passe dans le corps...car on a réalisé l'expérience de l'amidon pour voir comment l'amidon se transforme en sucre... Monsieur nous a dit ça"

- Le deuxième argument tourne autour des conditions expérimentales qui sont pareilles aux conditions qui règnent à l'intérieur de l'organisme. Un collégien seulement (C11) adoptent cet argument pour défendre son point de vue :

C11 : "oui ces expériences...montrent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme...car dans ces expériences on a la même température que dans la bouche...donc les conditions sont les mêmes qui existent dans notre corps"

2. Le deuxième axe de réponse est présenté par un seul collégien (C13). Ce dernier avoue qu'il ne sait pas si les activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme.

C13 "je ne sais pas....je n'ai pas une réponse à cette question"

d. En résumé :

Pour récapituler nous pouvons dire que l'analyse curriculaire relative à l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion au sein de la 9^{ème} année de base, permet d'avancer les conclusions suivantes :

- L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être présentée en tant que problème ou une partie explicite à traiter, et ce dans les différents niveaux du curriculum analysés (prescrit, potentiel et réel).
- Cependant, au niveau du manuel scolaire et dans le curriculum réel, nous avons pu détecter certains aspects de cette articulation. Ces aspects portent sur certaines conditions physico-chimiques d'action de la salive.
- Cependant, ces aspects physico-chimiques de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro évoqués dans l'enseignement expérimental de la digestion sont loin d'être exhaustifs et prennent la forme de remarques et d'étapes dans le protocole expérimental relatif à la digestion In vitro de l'amidon par la salive. Ils se perdent ainsi dans la partie empirique. Ce qui dévalorise l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro au profit de la "réussite" de la partie empirique afin d'illustrer la digestion In vitro de l'amidon.
- Par ailleurs, les enseignants interrogés (Pr1, Pr2 et Pr3) réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de la salive.
- Malgré cette réduction, deux enseignants (Pr1 et Pr3) sur les trois interrogés, semble réussir à évoquer, dans leurs classes, certains aspects de cette articulation. En effet, à l'opposé à Pr2, Pr1 et Pr3 ont essayé de présenter et d'argumenter les conditions expérimentales nécessaires à l'action de l'amylase salivaires (température, pH, etc.) en les articulant avec celles d'In vivo. Alors que Pr2, s'est limité à dégager ces différentes conditions sans aucune forme d'articulation ou d'argumentation.
- Ces enseignants semblent être peu vigilants quant aux spécificités du matériel biologique et par conséquent aux précautions et aux limites qu'elles induisent au niveau des pratiques expérimentales sur le vivant. La partie empirique semble être au centre de leur intérêt. Leur but semble être d'illustrer certaines notions liées à la digestion chimique. Dans ce cas, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être traitée en tant que problème explicite. Cette dévalorisation peut être expliquée par le fait que l'analyse chimique présente la forme dominante de ces pratiques

expérimentales. L'enseignement expérimental centré ainsi, sur l'aspect chimique et analytique, dévalorise les spécificités du matériel biologique.

- Les collégiens semblent également être peu vigilants à cette articulation. En effet, 9 collégiens sur les 11 interrogés, considèrent que ces activités reflètent l'intérieur de l'organisme. 6 parmi ces 9 évoquent leurs enseignants comme argument. D'où l'influence de l'enseignant qui est fortement ressentie. Cependant les 5 restants avouent qu'ils ne savent pas. Leurs réponses peuvent être expliquées par le fait que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne présente pas une partie explicite de l'enseignement de la digestion qui leur a été dispensé. Ainsi, bien que Pr1 et Pr3 aient évoqué certains aspects physico-chimiques de cette articulation au cours de l'enseignement expérimental de la digestion, pour ces collégiens, ces aspects se perdent dans le protocole expérimental et restent imperceptibles.

Principaux résultats quant à l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion en 9^{ème} année de collège :

Curriculum prescrit

Pas de forme d'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ni au niveau des recommandations générales ni au niveau des objectifs spécifiques de ces programmes officiels.

Curriculum potentiel

Guide méthodologique :

- Bien que les pratiques expérimentales portant sur la digestion In vitro de l'amidon par la salive, proposées par ce guide méthodologique, semblent se prêter au traitement du problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, ce guide n'évoque pas cette articulation. ces pratiques restent au service de l'illustration de l'hydrolyse chimique.

Manuel scolaire :

- Les concepteurs de manuel scolaire ont indirectement, soulevé, au cours de ce chapitre, certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, certains passages en témoignent, dont le plus important est le tableau comparatif qui présente les conditions naturelles (dans la bouche) et les conditions expérimentales qui vont les remplacer (au cours de la réalisation de la digestion In vitro de l'amidon par la salive).
- Seuls certains aspects physico-chimiques de cette articulation se trouvent soulevés. Ces aspects prennent la forme de remarques d'ordre empirique qui accompagnent le protocole expérimental proposé et qui présentent généralement certaines conditions physico-chimiques (loin d'être exhaustives) nécessaires à l'action de la salive.
- Le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro n'est toujours pas traité explicitement et ne figure pas parmi les parties à étudier. Cependant, les aspects physico-chimiques soulevés, de cette articulation, semblent se perdre dans le protocole expérimental. En effet, l'accent est mis sur l'illustration de la digestion chimique et le rôle de la salive.
- Le problème d'articulation entre l'In vivo et l'in vitro demeure assez implicite et dévalorisé en faveur de l'aspect analytique, chimique et empirique. D'où une certaine compatibilité avec les programmes officiels

Curriculum réel

Observations :

- Nous remarquons que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être traitée en tant que problème biologique dans les trois classes étudiées.
- Toutefois certains aspects physico-chimiques (relatifs à certaines conditions physico chimiques nécessaires à l'action de la salive) se trouvent soulevés en C11 et C13. En effet, Pr1 et Pr3 ont articulé les conditions physico-chimiques de l'action de la salive In vivo avec celles d'In vitro en faisant le survol du matériel à utiliser. En outre, le fait que ces enseignants commencent par une activité consistant à mâcher du pain et qui sert de remarquer et de mettre en évidence l'apparition du goût sucré, permet d'introduire la deuxième activité comme une nécessité pour comprendre ce changement du goût d'une part et comme support pour expliquer les conditions d'In

vivo à en tenir compte In vitro, d'autre part.

- Seuls certains aspects physico-chimiques de cette articulation se trouvent soulevés. cette articulation se trouve dévalorisée au profit de la "réussite" de l'expérience de digestion In vitro de l'amidon afin de trouver les résultats attendus qui permettent d'illustrer la digestion chimique et le rôle de la salive.

Enseignants (Pr1, Pr2 et Pr3) :

- Ces enseignants réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de la salive.
- Ces enseignants considèrent que cette articulation est évoquée par le manuel scolaire, dans le cadre du protocole expérimental de la digestion In vitro de l'amidon par la salive. Alors qu'au niveau des programmes officiels, cette articulation ne figure pas car elle ne fait pas partie des programmes des sciences naturelles de 9^{ème} année de base. Il s'agit plutôt d'une partie à traiter en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales.
- Pr1 et Pr 3 considèrent qu'aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro consiste à évoquer certaines conditions physico-chimiques expérimentales tout en les articulant avec les conditions d'In vivo.
- Bien que Pr1 et Pr3 réduisent le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de l'amylase salivaire, nous considérons que ces enseignants ont réussi à mieux aborder ce problème que Pr2. En effet, ce dernier s'est limité au survol et à l'énumération de ces conditions sans essayer de les argumenter et les articuler avec les conditions naturelles.
- Pr1, Pr2 et Pr3 semblent être peu vigilants quant aux limites des activités expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, ces enseignants réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à la reproduction des conditions physico-chimiques naturelles, In vitro. En effet, selon Pr1, Pr2 et Pr3, du fait qu'il y'a prise en compte de ces conditions au cours du protocole expérimental, les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion reflètent l'In vivo.

Collégiens (C1 à C14) :

1. 9 collégiens considèrent que les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme : Parmi ces 9 collégiens, 6 sujets évoquent l'enseignant comme argument et 3 évoquent les conditions expérimentales qui sont "pareilles" aux conditions d'In vivo.
2. 5 collégiens avouent qu'ils ne savent pas si les activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme.

2.2. Lycée : 3^{ème} année secondaire :

a. Analyse du curriculum prescrit :

Nous rappelons, au début, que dans le cadre de cette recherche, afin d'étudier le curriculum prescrit de la 3^{ème} année secondaire, nous avons analysé les programmes officiels de sciences naturelles actuellement opératoire. Ainsi, les "Programmes Officiels de l'Enseignement Secondaire Décret n°98-1280 du 15 juin 1998 –Annexe XII – Sciences Naturelles » (Annexe L1) ont fait l'objet de nos investigations.

L'analyse de ces instructions nous permet de détecter les deux passages suivants :

- *dégager les conditions optimales d'action d'une enzyme digestive et expliquer son mode d'action"*
- *"on précisera la nature chimique de l'enzyme, la spécificité de son action et les conditions optimales de son action (PH, température)" (Annexe L1, p37).*

Cette partie, présentant l'un des objectifs notionnels de l'enseignement expérimental de la digestion fixés par les programmes officiels semble se prêter au traitement du problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, l'étude de la spécificité de l'enzyme digestive et la détermination des conditions nécessaires à son action se fait à travers l'articulation entre les conditions d'action de l'enzyme In vivo et celles In vitro. Cependant, ces programmes restent assez réservés quant aux modalités didactiques et pédagogiques à mettre en œuvre pour l'étude de cette partie. Par ailleurs, bien que ces programmes semblent s'accorder sur l'importance d'un apprentissage expérimental rigoureux, objectif et scientifique, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne figure pas explicitement parmi les parties préconisées par ces instructions officielles.

b. Analyse du curriculum potentiel :

Dans le cadre du présent travail, nous avons choisi d'analyser le guide méthodologique et le manuel scolaire de sciences naturelles pour l'étude d curriculum potentiel.

→ Guide méthodologique :

L'analyse du guide méthodologique destinés à l'enseignement des sciences naturelles en 3^{ème} année secondaire (Annexes L3), nous permet de remarquer que la "Fiche 19", traduisant une séance de travaux pratiques, se trouve consacrée à

l'étude des conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire et de la pepsine. Cette étude semble, ainsi, se prêter à soulever et à traiter le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Cependant, suite à l'analyse du guide, nous nous apercevons que cette séance se limite à préciser les conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de ces deux enzymes digestives. Les enseignants ne sont pas invités à expliquer aux élèves pourquoi ces enzymes ont besoin de telles conditions pour agir et par conséquent, à soulever certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Ce guide reste ainsi assez implicite quant à ce problème.

Par ailleurs, nous remarquons qu'au niveau de la «Fiche 20», destinée à la séance de cours qui suit la séance de Travaux pratiques de la «Fiche 19 », la détermination des propriétés de l'enzyme présente une question du problème scientifique soulevé dans ce cours. Cette partie semble également se prêter à l'étude de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Cependant, en analysant la partie "*progression vers l'objectif*" consacrée à cette question, nous distinguons que l'accent est mis plutôt sur l'identification de la température optimale, du pH optimal, du substrat spécifique et de l'aspect catalyseur de l'enzyme digestive. La détermination des propriétés physico-chimiques des enzymes digestives demeure, ainsi, au centre de cet enseignement. Le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro reste dévalorisé et implicite au profit de l'aspect analytique et chimique.

Il semble donc, que pareil que pour les programmes officiels analysés, le guide méthodologique ne présente pas l'articulation entre l'In vivo et l'In vivo en tant que partie explicite et ne la traite pas en tant que problème. Cependant, l'étude des conditions physico-chimiques nécessaires à l'action des enzymes digestives (l'amylase salivaire et la pepsine), présentant l'un des objectifs notionnels de l'enseignement expérimental de la digestion, semble se prêter au traitement de certains aspects de ce problème. Or, c'est l'aspect chimique de ces enzymes qui semble être traité et visé. Ce qui explique le fait que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro demeure implicite et dévalorisée.

→ Manuel scolaire :

L'analyse des différentes parties du chapitre relatif à la digestion dans le manuel scolaire de sciences naturelles (Annexe L2), nous permet de remarquer ce qui suit :

1. Dans la partie "*réfléchissons*" : les auteurs de ce manuel posent la question suivante : "*quelles conditions sont nécessaires pour réaliser la digestion*

expérimentale ?" (Annexe L2, p144). Ici, ces auteurs semblent tirer l'attention de l'élève sur le fait qu'il y a des conditions à respecter pour réaliser une digestion expérimentale.

2. Dans la partie "*comprenons*" : nous trouvons les passages suivants :

- "*comment montrer les conditions d'action de la pepsine ?*" (Annexe, L2, p145). Pour répondre à cette question, le manuel présente le protocole expérimental (une série de tube à préparer en changeant à chaque fois le PH ou la température). Les auteurs de ce manuel exposent les résultats en les interprétant. Ils concluent sur les conditions optimales ("température du corps et PH acide") de l'action de la pepsine. Ce manuel présente également un paragraphe signalant les substrats spécifiques de la pepsine.
- "*Dans quelles conditions de PH et de température l'amylase salivaire peut-elle exercer son action d'hydrolyse de l'amidon ?*" (Annexe L2, p149). Là aussi, le protocole expérimental est donné. Cependant, les élèves sont invités à trouver les résultats, les interpréter et conclure.
- Dans un paragraphe intitulé "*les enzymes et la simplification moléculaire*", les auteurs du manuel scolaires présentent, après avoir donné la définition d'une enzyme, les conditions optimales de son action : "Influence de la température", "Influence du PH", et "Spécificité d'action". Le manuel évoque, également, les concentrations en enzyme dans une réaction de simplification moléculaire au cours de la digestion.

3. Dans la partie "*testons notre acquis*" : nous détectons les trois exercices suivants :

- Le premier porte sur l'influence de la concentration en enzyme et en substrat sur la vitesse d'une réaction (Annexe L2, p158).
- Le deuxième s'intéresse à l'influence de la température sur l'activité enzymatique (Annexe L2, p159).
- Le troisième porte sur l'influence du PH sur l'activité enzymatique (Annexe L2, p159).

L'analyse de ces différents passages montre que dans ce manuel, l'articulation entre l'*In vivo* et l'*In vitro* ne constitue pas une partie ou un problème à traiter explicitement. Cependant, l'étude de la spécificité de l'enzyme et des conditions optimales de sa réaction semble présenter l'occasion pour traiter certains aspects de l'articulation entre l'*In vivo* et l'*In vitro*. En plus, cette étude semble être plus explicite et mieux

présentée dans le manuel scolaire que dans les programmes officiels. En effet, différentes formes de pratiques expérimentales sont proposées pour étudier cette partie : projet de travaux pratiques, exercice, observation etc.

Ainsi, nous pouvons dire que l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il est présenté par le manuel semble se prêter à l'étude de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro du fait qu'il propose des pratiques expérimentales de digestion In vitro de l'amidon et de l'ovalbumine. Néanmoins, cette étude semble se limiter à la détermination des conditions physico chimique nécessaires à l'action d'enzymes digestives (amylase salivaire et ovalbumine), indépendamment de toute forme d'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, aucun passage mentionnant cette articulation n'a été détecté. Le but de cette étude demeure la détermination de la liste de ces conditions. D'où, une certaine compatibilité entre les programmes officiels, le manuel scolaire et le guide méthodologique est détectée.

Nous tenons à signaler que nous sommes conscient que penser l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à travers l'étude et la détermination des conditions physico-chimiques nécessaires à l'actions des enzymes digestives risque de réduire ce problème à ces aspects physico-chimiques (au détriment des aspects physiologiques). Nous pensons, cependant, que cette partie, permet l'étude de certains aspects de cette articulation et par conséquent, de garantir aux élèves, une certaine vigilance vis-à-vis des pratiques expérimentales en biologie.

c. Analyse du curriculum réel :

Afin d'analyser le curriculum réel, nous avons entrepris une enquête auprès de quatre classes de 3^{ème} année secondaire, soit CIA, CIB, CIC et CID, appartenant à différentes régions de la Tunisie. Pour chaque classe, nous avons commencé par enregistrer (enregistrement audio vidéo) et observer des séquences d'enseignement expérimental de la digestion. Nous avons ensuite interrogé les enseignants des sciences naturelles de ces classes, soit PrA exerçant en CIA, PrB de CIB, PrC exerçant en CIC et PrD de CID. Et nous avons, enfin, administré un questionnaire auprès de 69 lycéens. Ces élèves appartiennent aux quatre classes préalablement observées (CIA, CIB, CIC et CID) et se répartissent comme suit : CIA : L1-L17 ; CIB : L18–L32 ; CIC : L33-L51 et CID : L52-L69.

→ CLA

➤ Observation de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste à des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire, évoquées par PrA. Pour ce faire cet enseignant commence par définir la digestion chimique : *"dans la bouche, la salive transforme les grosses molécules d'amidon en molécules plus petites de maltose, c'est la simplification moléculaire, appelée aussi digestion chimique"*. Il annonce, ensuite, les objectifs de la séance : *"nous allons déterminer les conditions d'action de la salivepuis la nature de la substance active contenue dans ce suc digestif....quel rôle joue t-elle dans la digestion de l'amidon ?"*. Puis, en utilisant un rétroprojecteur, PrA expose le protocole expérimental, présente les résultats et les interprètent. A la fin, et après avoir déterminé *«les conditions optimales de l'action de la salive »*, cet enseignant pose à ces élèves une série de questions genre : *"pourquoi la salive n'agit qu'à 37°C ? pourquoi elle agit dans un pH neutre?"*.

Nous pensons qu'ici, certains aspects physico-chimiques de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro semblent être soulevés. En effet, PrA cherche, à travers ces questions, que ses élèves fassent l'articulation entre les conditions physico-chimiques d'action de la salive In vivo (dans la bouche) et celles In vitro (les conditions expérimentales).

Suite aux discussions avec ses élèves, cet enseignant a conclut comme suit : *"pour que la salive soit active, on doit respecter les conditions de température, de pH etc....dans les quelles elle agit naturellement...donc les conditions qui se trouvent dans la bouche...puisque la salive agit dans la bouche...on doit ramener ces conditions naturelles....dans l'expérience....pour réussir l'expérience...on doit ramener les conditions d'In vivo versl'In vitro...c'est-à-dire on doit ramener les conditions de l'intérieur de l'organisme vers l'extérieur...In vivo c'est à l'intérieur de l'organisme...In vitro c'est à l'extérieur de l'organisme"*.

Il paraît donc que certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, relatifs aux conditions physico-chimiques de l'action de l'amylase salivaire, se trouvent évoqués en classe A. En effet, PrA a invité les élèves à argumenter et à expliquer pourquoi la salive a besoin de telles conditions pour agir. Ces élèves se trouvent ainsi obligés de faire l'articulation entre les conditions d'In vivo et celles d'In vitro.

Nous pensons ainsi que, bien que PrA s'est limité à évoquer les pratiques expérimentales liées à l'hydrolyse de l'amidon, ce qui paraît limité par rapport à la réalisation réelle de ces activités expérimentales en classe, cet enseignant a réussi à évoquer certains aspects du problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro et surtout qu'il a fait de cette articulation l'argument explicatif de tout le protocole évoqué, avec un degré de participation des élèves assez important.

➤ **Entretien avec PrA :**

Comme ses collègues exerçant au collège, PrA était invité à répondre à une série de questions relatives au problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion. Parmi ses questions, nous citons ce qui suit :

- Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?
- Comment abordez-vous cette articulation en classe ?
- Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?
- Pourquoi ?

En réponse à la première question, PrA considère que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouve présentée dans le cadre de l'étude des conditions optimales de l'action d'enzyme digestive, partie exigée par les programmes officiels et expliquée par le manuel scolaire : "les programmes officiels...ils sont clairs....le professeur doit enseigner les conditions nécessaires à l'action d'enzyme digestive...il a le choix entre deux exemples de digestion In vitro...ou bien l'amidon par l'amylase salivaire ou l'ovalbumine par la pepsine....pour expliquer ces conditions aux élèves...il faut expliquer l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro...".

Cependant, PrA pense que le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro n'est pas assez explicité par le programme officiel et le manuel scolaire, et ne constitue pas une partie à traiter à part. Il s'agit plutôt d'un problème inclus dans la partie consacrée à l'étude des conditions optimales de l'action de l'enzyme digestive et présente un passage obligatoire, vis-à-vis duquel les enseignants doivent être vigilants afin d'expliquer ces conditions aux élèves. Cette articulation constitue ainsi pour Pr. A un moyen d'explication et d'argumentation des conditions nécessaires à

l'action des enzymes digestives déterminées. En effet, il considère que cette articulation constitue "*...un passage obligatoire...que je dois faire...sinon les élèves ne comprennent pas par exemple pourquoi la salive a besoin d'un PH 7 pour agir...Le manuel scolaire explique plus que les programmes officiels les deux hydrolyses d'amidon et de l'Ovalbumine....il explique aussi les conditions optimales de l'action de la salive et les conditions optimales de la pepsine....*"

Quant à la manière d'aborder cette articulation en classe, Pr. A signale qu' "*....après avoir déterminé les conditions à respecter pour réussir une expérience d'hydrolyse de l'amidon par la salive...la température...le PH....je demande aux élèves d'essayer d'expliquer pourquoi la salive a besoin de ces conditions pour agir...pourquoi on est obligé de respecter ces conditions pour réussir l'hydrolyse...comme ça je les pousse à réfléchir et à articuler entre l'In vivo et l'In vitro...si je m'arrête à l'explication des conditions...les élèves ne vont pas comprendre pourquoi cette enzyme a besoin de ces conditions pour agir...ils ne vont pas saisir cette articulation...donc c'est presque obligatoire de leur expliquer cette articulation et comment on passe de l'in vivo vers l'in vitro...".*

Cet enseignant considère ainsi qu'il ne faut pas s'arrêter à la détermination des conditions nécessaires à l'action de l'enzyme digestive mais il faut aider les élèves à faire l'articulation avec l'In vivo. Car bien que les élèves aient compris les conditions optimales de l'action d'enzyme digestive, ils sont incapables de saisir cette articulation sans l'aide de l'enseignant. Son discours semble, par conséquent, être en cohérence avec ce que nous avons relevé lors de nos observations.

Par ailleurs, PrA considère que les activités expérimentales liées à la digestion ne reflètent qu'une partie de ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme et se limitent à l'organe où à la partie de l'organisme qu'elles étudient. En effet, il a signalé, en réponse à la troisième question, que : "*....pour être précis....je vais dire que ces activités expérimentales reflètent une partie de ce qui se passent à l'intérieur de l'organisme... parce que.....par exemple pour la digestion....on réalise l'hydrolyse de l'amidon par la salive.... On a une idée de ce qui se passe dans la bouche pour la digestion de l'amidon.....on fait des expériences sur par exemple l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...on une idée sur ce qui se passe dans l'estomac pour la digestion des protides....ainsi de suite....jusqu'à avoir une idée complètent de la digestion tout au long du tube digestif....les expériences donnent des parties de vérités...il faut ensuite regrouper toutes ces vérités pour comprendre ce qui se passe*

dans l'organisme...ainsi on a une idée sur tout ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme".

Ainsi, Pr A considère que pour que ces pratiques puissent refléter ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme, il faut multiplier les pratiques expérimentales pour avoir "des parties de vérité" qui doivent être regroupées ensuite. Il nous semble donc, que, bien que cet enseignant semble être vigilant aux limites des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, il considère que la totalité de l'organisme est égale à la somme de ses parties. De ce fait, selon PrA, comprendre l'organisme dans sa totalité, c'est entamer des pratiques expérimentales sur chaque partie et faire ensuite la somme. Cet enseignant reste, par conséquent, peu vigilant quant à l'harmonie physiologique et la complexité de l'être vivant qui font que la totalité de l'organisme ne correspond jamais à la somme des parties. Ces spécificités du vivant font de l'organisme loin d'être exploré par une seule approche analytique et réductionniste. En effet, bien qu'on multiplie les expériences, une simple analyse chimique est loin de refléter ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Elle reste une méthode pour explorer le vivant qui nécessite de combiner d'autres approches

➤ **Questionnaire auprès des élèves :**

Dans le cadre de CIA, nous avons pu questionner 17 élèves : L1- L17. L'analyse des réponses de ces lycéens fait apparaître, malgré la divergence apparente, trois axes de réponses :

1. Un Oui affirmatif : 9 élèves sur les 17 interrogés considèrent que les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.

Pour défendre leurs réponses différents arguments ont été soulevés par ces élèves. Cependant ces arguments semblent converger vers deux types :

- pour la majorité (8/9) de ces lycéens, ces activités tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de la bouche :

L1 : "Oui ces activités montrent ce qui se passent à l'intérieur de l'organisme car dans cette expérience on a la même température et pH de la bouche »

L7 : «Oui selon moi ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Car la salive agit dans la température et le pH qui existent dans la bouche "

L16 : "selon moi ces activités reflètent l'intérieur de l'organisme parce que la salive agit sur l'amidon dans les mêmes conditions de la bouche »

- Pour un lycéen (1/9) : il s'agit du rôle principal des expériences en biologie.

L14 "oui ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Car c'est le rôle de ces expériences : comprendre la digestion de l'amidon comment elle se passe dans l'organisme."

2. Un Oui nuancé (7/17) : Ces élèves semblent être plus vigilants que les autres lycéens questionnés. En effet, ils limitent le rôle des activités expérimentales relatives à la digestion et les considèrent spécifiques à la digestion de l'amidon. Par conséquent, ces pratiques ne reflètent que ce qui se passe à propos de l'amidon dans la bouche. Ils signalent que d'autres activités doivent être faites pour refléter ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Ici, l'influence de l'enseignant sur ces élèves est ressentie. En effet, nous avons remarqué que ces sept élèves appartiennent à la CIA, donc, ils ont eu Pr A comme enseignant. Et nous avons remarqué, lors de l'analyse de son discours que cet enseignant a répondu pareille à cette question.

L8 "Ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe à l'amidon sous l'action de la salive. Elles ne montrent pas tout ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Elles montrent une partie seulement. Elles montrent comment l'amidon est hydrolysé par l'amylase salivaire en sucre. Elles ne montrent pas ce qui se passe dans l'estomac et dans l'intestin. On doit faire une autre expérience sur l'ovalbumine pour savoir."

L13 "on a fait des expériences sur l'amidon. Le professeur a dit que ces expériences montrent comment l'amidon est hydrolysé par la salive et se transforme en sucre. Donc, pour comprendre toute la digestion comment elle se passe dans tout le corps il faut faire d'autres expériences"

L17 "les activités expérimentales reflètent la digestion de l'amidon.. Ces expériences ne montrent pas l'hydrolyse de l'ovalbumine dans l'estomac par la pepsine. Elles ne montrent pas l'hydrolyse des lipides dans l'intestin. Donc elles ne reflètent pas toute la digestion qui se passe dans le corps. Il faut ajouter plusieurs expériences. Comme ça les expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme".

3. Je ne sais pas : 1 élève seulement sur les 17 interrogés de CIA, avoue qu'il ne sait pas si ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme :

L3 "*Je ne sais pas. Ces activités permettent de comprendre l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire* »"

→ CLB

➤ Observation de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste à une expérience d'hydrolyse d'amidon réalisée par l'enseignant. Ce dernier a commencé pareil que PrA. En effet, PrB a débuté par la définition de la digestion chimique. Ensuite, après avoir annoncé les objectifs de la séance, il présente le matériel, déposé sur sa paillasse, aux élèves. Il explique le rôle spécifique de chaque matériel (le bain marie, la liqueur de Fehling, l'eau iodée). Puis il précise sous forme de tableau le protocole expérimental qui semble être identique à celui évoqué dans la classe A. PrB, réalise ensuite la digestion expérimentale de l'amidon par la salive. Les élèves étaient invités de temps en temps à répondre à des questions telle que : «*pourquoi on met ce tube à 0°C ?* » Pour répondre, les élèves répètent ce que l'enseignant a déjà dit : "*...voir l'influence des faibles températures sur l'action de la salive...*". PrB finit par conclure sur les conditions optimales de l'action de la salive "

Nous remarquons ainsi que l'enseignement expérimental de la digestion en CI B semble être plus riche que celui en CIA. En effet, Pr B réalise en classe des pratiques expérimentales sur la digestion et ne se limite pas à les évoquer. Cependant, ces pratiques ont été réalisées par l'enseignant. Les interprétations et les conclusions ont été également fournies par l'enseignant. Ce dernier a manifesté un degré de directivité assez important par rapport à celui de l'enseignant A. Ce qui rend les élèves de CI B plus proches de spectateurs que de sujets apprenants. En plus, à l'opposé de PrA, PrB n'a évoqué aucun aspect de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, Pr B s'est limité à la présentation et à la détermination des conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de la salive. Il n'a pas cherché à expliquer ces conditions en les articulant avec les conditions d'In vivo. De ce fait, nous pouvons dire que, l'étude de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouve limitée en CI B par rapport à CI A.

➤ **Entretien avec PrB :**

En ce qui concerne la place de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans le manuel scolaire et les programmes officiels, PrB considère que ce problème est présenté dans le cadre de l'étude des conditions optimales de l'action d'enzyme digestive. En effet, il signale que : « *"je me souviens bien de ce qui est écrit dans les programmes officiels...les conditions optimales de l'action d'enzymes digestives... on doit travailler cette partie en partant d'un exemple d'hydrolyse de l'amidon ou de l'ovalbumine"* »

Il semble donc que PrB réduit le traitement de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à l'étude des conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire ou de la pepsine.

Quant à la manière d'aborder cette articulation en classe, PrB signale qu'*"on réalise une expérience d'hydrolyse d'empois d'amidon par l'amylase salivaire...on prépare une série de tubes...il s'agit à peu près de la même expérience donnée dans le manuel scolaire...on fait varier la température...le pH et le substrat...comme tu as vu...après les élèves déterminent les tubes où l'hydrolyse s'est passé...je leurs demande par la suite de déterminer les conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire...les élèves comparent les tubes où il n'y a pas d'hydrolyse avec les tubes où l'hydrolyse s'est passée...ils finissent par déterminer les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire..."*

Il semble ainsi que pour PrB aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro en classe, consiste à expliquer aux élèves les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire. De ce fait, nous pouvons dire que cette articulation est loin d'être traitée en CIB. Ce qui est en concordance avec nos observations.

Par ailleurs, PrB considère que les activités expérimentales sur la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organe. Ses arguments semblent tourner autour du fait que les conditions expérimentales sont pareilles que les conditions qui règnent In vivo. En effet, il avoue que : « *... ces activités expérimentales reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme...on respecte les conditions dans lesquelles agit la salive....on tient compte de ces conditions au cours de l'expérience...la même température... le même pH... le même substrat...ce qui permet de dire que ces expériences montrent ce qui se passe In vivo"* ».

PrB reste ainsi être peu vigilant à la complexité et l'harmonie physiologique de l'être vivant qui sont loin d'être explorées par une seule approche analytique et réductionniste. Cet enseignant réduit par conséquent l'articulation entre l'In vivo et l'In

in vitro aux aspects physico-chimiques et ne tient pas compte de l'harmonie physiologique du vivant et par conséquent des limites de ces pratiques expérimentales. En effet, pour PrB, il suffit de reproduire les conditions physico-chimiques d'In vivo, In vitro, pour comprendre et étudier le vivant

➤ **Questionnaire auprès des élèves :**

Dans le cadre de CIB, nous avons pu collecter les discours de 15 élèves (L18–L32). L'analyse des productions de ces lycéens élèves fait apparaître, deux axes de réponses :

1. Un Oui affirmatif (12/15) : pour la majorité des élèves questionnés de CIB, les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Pour défendre leurs réponses différents arguments ont été soulevés par ces élèves. Cependant ces arguments semblent converger vers le fait que ces activités tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de la bouche :

L19 : "Oui selon moi ces activités montrent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme car cette expérience a été réussite puisque la salive agit dans une température 37° et un pH égal à 7. Elle agit sur l'empois d'amidon"

L24 : "oui ces expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme car on fait des expériences sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire avec une température 37°C et un pH neutre donc ces expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme »

L31 : «selon moi ces expériences reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme car dans l'expérience de l'amidon on a le même pH et la même température de la bouche »

2. Je ne sais pas (3/15) : 3 élèves sur les 15 interrogés de CIB, avouent qu'ils ne savent pas si ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme :

L22 : "je ne peux pas répondre à cette question car je ne sais pas"

L23 : "je ne sais".

L28 : «selon moi, je ne sais pas si ces activités reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme »

→ CIC

➤ **Observation de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :**

Dans cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste à des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon réalisées par le professeur et les élèves. Après avoir annoncé les objectifs de la séance «déterminer les conditions optimales de l'action de la salive », PrC explique le protocole expérimental. Deux expériences de digestion In vitro de l'amidon par la salive démarrent sous la surveillance de l'enseignant. A la fin, pour récapituler, Pr C expose un tableau (pareil que celui détecté en CIA et CIB) présentant : le protocole expérimental, les résultats et les conclusions.

Il paraît donc que l'enseignement expérimental de la digestion en CIC nous paraît plus riche que ceux effectués en classes A et B. En effet, en CIC, les pratiques expérimentales sont réalisées par les élèves. Cependant, bien que les élèves aient réalisé les pratiques expérimentales, nous avons détecté que le degré de directivité de PrC était assez important. En effet, cet enseignant a donné le protocole expérimental, a partagé les tâches entre les élèves, a suivi et a surveillé tout le déroulement de cette manipulation. Ce qui rend ces élèves plus en situation "d'application de recette" que d'activité expérimentale

Nous tenons à signaler, également, que Pr C n'a soulevé aucun aspect de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro comme l'a fait Pr A. En effet, Pr C s'est limité à la présentation et à la détermination des conditions physico-chimiques (température, pH etc) nécessaires à l'action de la salive. Alors que Pr A, au delà de la détermination de ces conditions, il les a expliquées en les articulant avec les conditions d'In vivo. PrC semble ainsi rejoindre ainsi PrB. De ce fait, nous pouvons dire qu'en CIC, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être traitée.

➤ **Entretien avec PrC :**

PrC signale que : *"selon les programmes officiels.....l'étude des conditions d'action des enzymes digestives doit être faite en classe...ces programmes exigent que cette partie soit faite en réalisant une hydrolyse d'amidon par l'amylase salivaire ou de l'ovalbumine par la pepsine"*. Cet enseignant semble ainsi rejoindre PrB. En effet, il considère que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est une partie exigée par les

programmes officiels et présentée dans le cadre de l'étude des conditions optimales de l'action d'enzyme digestive.

Quant à la manière d'aborder cette articulation en classe, PrC semble également rejoindre PrB. En effet, il signale que *"les élèves réalisent une expérience sur l'hydrolyse de l'amidon par la salive...ils préparent les tubes à essai...ils contrôlent le pH et la température...ils arrivent à la fin de l'expérience... à déterminer les conditions nécessaires à l'hydrolyse de l'amidon...donc à l'action de la salive"*. PrC considère ainsi, qu'aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro en classe consiste à expliquer aux élèves les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire sans aucune forme d'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. De ce fait, nous pensons que PrC réduit cette articulation à la détermination de certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action des enzymes digestives sans aucune articulation avec l'In vivo. De ce fait ce problème est loin d'être soulevé ou traité dans CIC. Ce qui semble être en cohérence avec ce que nous avons relevé lors des observations. Par ailleurs, PrC considère que les activités expérimentales sur la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organe. Son argument semble tourner autour du fait que les conditions expérimentales sont pareilles que les conditions qui règnent In vivo. En effet, en réponse à la troisième question, PrC signale que *« ...ces activités expérimentales....reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme...car on fait ces activités dans les mêmes conditions qui existent à l'intérieur de l'organisme...on utilise aussi des substances naturelles...la salive, l'empois d'amidon...."*.

Nous pensons ainsi que cet enseignant est loin d'être vigilant aux spécificités du vivant qui font qu'une simple approche analytique incapable de refléter ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.

➤ **Questionnaire auprès des élèves :**

Dans le cadre de CIC, nous avons pu collecter les discours de 19 élèves (L33-L51). L'analyse de ces productions fait révéler deux axes de réponses :

1. Un Oui affirmatif (17/19) : pour la majorité des élèves questionnés de CIC, les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Pour défendre leurs réponses, ces élèves semblent mobiliser différents arguments. Cependant, ces arguments semblent converger vers deux types :

- Pour la majorité (16/19) de ces lycéens, ces activités tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de la bouche:

L33 : "Oui ces activités reflètent ce qui se passent à l'intérieur de l'organisme car la salive agit sur l'amidon et l'amidon s'est transformé en sucre ce qui montre que l'expérience est réussie car on a respecté une température 37° et un pH égal à 7 de la bouche"

L36 : " oui selon moi ces expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme car on fait des expériences sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire. On a déterminé les conditions nécessaires à l'action de la salive qui sont les mêmes conditions dans la bouche. Donc ces expériences montrent ce qui se passe dans l'organisme"

L50 : "selon moi, ces activités reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme car on a fait les mêmes conditions de la bouche et la salive agit sur l'amidon comme dans la bouche"

- Pour un lycéen (1/19) : il s'agit du rôle principal des expériences en biologie.

L34 "selon moi, ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Car on a fait ces expériences pour savoir ce qui se passe dans l'organisme. Comment la salive agit sur l'amidon et transforme l'amidon en sucre"

2. Je ne sais pas (2/19) : 2 élèves sur les 19 interrogés de CIC, avouent qu'ils ne savent pas si ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme :

L46 "je n'ai pas étudié ça en classe donc je ne sais pas. J'ai étudié le rôle de l'amylase salivaire dans la digestion de l'amidon".

L51 "Je ne sais pas. Tout ce que je sais qu'avec ces expériences j'ai compris le rôle de la salive dans la digestion de l'amidon"

→ CLD :

➤ **Observation de séquence d'enseignement expérimental de la digestion :**

En cette classe, l'enseignement expérimental de la digestion consiste en des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine. Ces activités ont été réalisées par le professeur et ses élèves. L'enseignement expérimental de la digestion en CID, semble ainsi être le plus riche des quatre enseignements observés. En effet, c'est la

seule séquence où deux pratiques expérimentales sur la digestion In vitro se trouvent réalisées : une sur l'hydrolyse de l'amidon et l'autre sur l'hydrolyse de la pepsine.

Par ailleurs, Comme les autres enseignants observés, PrD commence la séance par introduire et définir la digestion chimique. Il précise ensuite les objectifs de cette séance : *"on va étudier deux exemples de digestions chimiques : l'hydrolyse de l'empois d'amidon par la salive...et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...on va déterminer les conditions nécessaires de l'action de la salive et de la pepsine...on va déterminer aussi les substances naturelles qui sont responsables de ces hydrolyses...."*.

Après avoir présenté les protocoles expérimentaux, PrD contrôle régulièrement l'avancement des élèves dans la partie empirique et n'hésite pas à intervenir et à manipuler avec eux. A la fin de la manipulation, cet enseignant présente à ses élèves un tableau récapitulatif des conditions nécessaires (température, PH, substrat) à l'action de la salive et de la pepsine. Il leurs demande de comparer ces résultats et d'essayer de les expliquer.

Nous avons remarqué que ce tableau semble être bien conçu. En effet, il permet aux élèves de comparer entre les conditions d'action de la salive et celles de la pepsine.

→ *"La salive hydrolyse l'empois amidon et le transforme en sucre en PH 7 et à 37°C...la pepsine hydrolyse l'ovalbumine en pH 2 et à 38°C "* explique l'un des élèves en lisant le tableau présenté par PrD. Ce dernier, pousse l'élève à expliquer cette différence : *c'est bien....donc, la salive agit en milieu neutre sur l'empois d'amidon et la pepsine agit sur l'ovalbumine en milieu acide...la pepsine et la salive agissent à une température d'environ 37°C....à votre avis...pourquoi ces conditions différentes...pourquoi la salive n'agit pas dans les mêmes conditions que la pepsine ?*". Essayant d'orienter ses élèves vers la réponse, cet enseignant ajoute : *"la salive...elle agit où dans notre corps?"*"Dans la bouche" répondent quelques élèves. *"Et la pepsine elle agit où ?...qu'est ce que je vous ai dit au début de la séance lorsque je vous ai présenté la pepsine ...j'ai dit que cette substance est extraite du suc gastrique....donc elle agit dans l'estomac"*, explique l'enseignant. Contraint par le temps, ce dernier finit par donner la réponse : *"...donc la salive agit dans la bouche....pour avoir une hydrolyse de l'amidon par la salive...il faut que les conditions expérimentales...température, PH soient les mêmes que les conditions qui se trouvent dans la bouche...donc, un pH neutre, une température de*

l'ordre de 37°C et bien sûr de l'empois d'amidon car c'est le substrat sur le quel la salive agit....pour la pepsine...c'est la même chose...la pepsine agit dans l'estomac... l'estomac est un milieu acide et présente une température d'environ 37°C...un peu plus que 37°C....presque 38°C....pour cela dans l'expérience que vous avez effectuée tout à l'heure...il y avait hydrolyse que dans le tube présentant un PH égal à 2 et une température de l'ordre de 37°C....la pepsine a plusieurs substrats spécifiques ...parmi ses substrats nous avons vu aujourd'hui l'exemple de l'amidon »

Nous pensons ainsi, malgré le degré de directivité assez important que PrD a manifesté, que cet enseignant a réussi à évoquer certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Il semble par conséquent se marquer de Pr. B et Pr. C. En effet, en comparant les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire et celles nécessaires à l'action de la pepsine d'une part, et en articulant ces conditions avec les milieux naturels dans lesquels ces enzymes agissent d'autre part, Pr. D a fait de cette articulation l'argument explicatif de tout le protocole expérimental évoqué et des résultats obtenus. Pr. D semble ainsi rejoindre Pr. A.

➤ **Entretien avec PrD :**

L'analyse du discours de PrD, montre que cet enseignant semble s'accorder avec PrA, PrB et Pr C sur le fait que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est présentée dans le cadre de l'étude des conditions optimales de l'action d'enzyme digestive. En effet, il déclare que "l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro figure dans le programmes officiel parmi l'étude des conditions optimales de l'action de l'enzyme digestive..."

Cependant, PrD semble, d'une part rejoindre Pr. A et se marquer de PrB et PrC, d'autre part. En effet, pareil que PrA, PrD considère que le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro n'est pas assez explicité par le programme officiel et ne constitue pas une partie à traiter à part. Ce problème se trouve plutôt inclus dans la partie consacrée à l'étude des conditions optimales de l'action de l'enzyme digestive et présente un passage obligatoire, vis-à-vis duquel les enseignants doivent être vigilants pour expliquer ces conditions aux élèves. Cette articulation constitue ainsi un moyen d'explication et d'argumentation des conditions nécessaires à l'action des enzymes digestives. En effet, PrD signale que cette articulation : "...n'est pas explicitée...mais c'est une partie obligatoire à mon avis...pour l'étude des conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire ou de la pepsine...l'enseignant est

demandé de réaliser un seul exemple de la digestion artificielle...mais moi...je réalise toujours les deux exemples....car ça permet aux élèves...ensuite...de comparer entre les deux conditions exigées par les deux enzymes....et à comprendre mieux....l'articulation entre l'In vitro et l'In vivo....pour le manuel scolaireon trouve dans le chapitre de la digestion...les mêmes parties exigées par les programmes officiels...on trouve les conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire et de la pepsine...mais l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne constitue pas un paragraphe indépendant...c'est toujours inclut dans la partie de l'étude des conditions de l'action de l'enzyme digestive".

PrD semble, par conséquent se marquer de PrB et PrC. En effet, pour ces derniers, se limiter à la détermination des conditions physico-chimiques optimales de l'action de cet enzyme, constitue une étude de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro.

Quant à la manière d'aborder cette articulation en classe, PrD semble également rejoindre PrA. En effet, pareil que PrA, PrD considère qu'il ne faut pas se limiter à la détermination des conditions nécessaires à l'action de l'enzyme digestive mais il faut aider les élèves à faire l'articulation avec l'In vivo. Car bien que les élèves aient compris les conditions optimales de l'action d'enzyme digestive, ils sont incapables de saisir cette articulation sans l'aide de l'enseignant. Il signale que dans sa classe, il *"réalise souvent deux expériences d'hydrolyse...de l'amidon et de l'ovalbumine par la pepsine...tu vas me dire pourquoi ? puisque les programmes officiels ainsi que les inspecteurs exigent une seule expérience d'hydrolyse....en fait, lorsque on réalise deux expériences....à la fin les élèves peuvent comparer les conditions nécessaire à l'action de la salive et les conditions nécessaires à l'action de la pepsine...Ils remarquent qu'il s'agit pas de mêmes conditions....je leur demande d'expliquer ces différences...je les orientent....pour les aider à déterminer les organes où ces deux enzymes agissent dans le corps....une fois les élève arrivent à déterminer les deux organes....je leur demande de me donner les caractéristiques de ces deux milieux...PH et températures... ils arrivent après à comprendre que la salive a besoin d'un milieu neutre pour agir en faisant la relation avec la bouche...et que la pepsine a besoin d'un milieu acide pour agir en faisant la relation avec l'estomac....ils arrivent à comprendre qu'il faut créer des conditions expérimentales pareilles aux conditions naturelles pour réussir les hydrolyses..."*

Pour PrD, aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, consiste donc à aider les élèves à saisir l'articulation entre les conditions physico-chimiques expérimentales

nécessaires à l'action de l'enzyme digestive et celles d'*In vivo*. Nous pensons par conséquent que certains aspects de l'articulation entre l'*In vivo* et l'*In vitro* se trouvent soulevés dans le but d'expliquer et d'argumenter les conditions nécessaires à l'action d'enzymes digestives déterminées à l'aide d'expériences de digestion expérimentale évoquées ou réalisées en classe. En plus, nous considérons qu'en CID, bien que l'articulation entre l'*In vivo* et l'*In vitro* se trouve réduite aux aspects physico-chimiques, PrD a réussi, comme PrA, à évoquer certains aspects de cette articulation, et surtout qu'il a fait de ces aspects un moyen explicatif et argumentatif. . Par ailleurs, PrD considère que ces activités expérimentales sur la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organe. Ses arguments semblent tourner autour du fait que les conditions expérimentales sont pareilles que les conditions qui règnent *In vivo*. En effet, Pr. D déclare que "*...ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme...à condition qu'on respecte... bien sûr... les conditions In vivo et...on essaie de les ramener In vitro ...et pour les expériences que mes élèves ont réalisées sur la digestion chimique....les conditions In vivo ont été respectées pour l'hydrolyse de l'amidon et pour l'hydrolyse de la pepsine*"

Cet enseignant semble ainsi rejoindre PrB et PrC. En effet, PrD reste peu vigilant quant aux spécificités de l'être vivant qui induit une certaine harmonie physiologique loin d'être explorée par une seule approche analytique et réductionniste.

➤ **Questionnaire auprès des élèves :**

Nous avons, en totalité, interrogé 18 élèves de CID (L52-L69). L'analyse des réponses de ces lycéens fait apparaître, malgré la divergence apparente, deux axes de réponses :

1. Un Oui affirmatif (13/18) : pour la majorité des élèves de CID, les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Leurs arguments semblent converger vers le fait que ces activités tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de la bouche :

L54 : "*ces activités expérimentales reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme. Parce qu'on a fait ces expériences sur l'amidon à une température 37° et à un PH égal à 7*"

L58 : "*Oui selon moi ces activités reflètent ce qui se passent à l'intérieur de l'organisme car dans ces expériences de l'amidon et de l'ovalbumine on a les mêmes températures et le pH de l'organisme*"

L63 : " oui ces expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme car on a fait une expériences sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et une expérience sur l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine et on a trouvé de bons résultats car on a gardé la température et le pH du corps ».

2. Je ne sais pas (5/18) : 5 élèves sur les 18 interrogés de CID, avouent qu'ils ne savent pas si ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme :

L52 : "Je ne sais pas si ces activités reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme »"

L66 : "ces expériences je ne sais si elles reflètent ce qui se passe dans l'organisme. Elles montrent le rôle de la salive sur l'amidon et le rôle de la pepsine sur l'ovalbumine"

L68 : "je ne sais pas ".

d. En résumé :

L'analyse des curriculums prescrit, potentiel et réel, relatifs à la 3^{ème} année secondaire, nous permet d'avancer les conclusions suivantes :

- L'articulation entre l'in vivo et l'In vitro est loin d'être présentée en tant que problème ou partie explicite à traiter, ni dans le curriculum prescrit, ni au niveaux du curriculum potentiel.
- Toutefois, l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il préconisé par les programmes officiels et présenté par le guide méthodologique et le manuel scolaire, semble se prêter au traitement de ce problème, du fait qu'il met en place des activités expérimentales In vitro.
- L'analyse du manuel scolaire et du guide méthodologique, montre que certains aspects de cette articulation sont soulevés. Ces aspects portent sur les conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de l'amylase salivaire et de la pepsine. Ces aspects semblent, cependant, se perdre dans le protocole expérimental. En effet c'est le volet chimique et empirique de ces pratiques qui semble être valorisé.
- Les enseignants semblent réduire cette articulation à certains aspects physico-chimiques : tenir compte de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans les pratiques expérimentales sur la digestion, c'est reproduire et tenir compte, In vitro, des conditions (certaines conditions) physico-chimiques d'In vivo, nécessaires à l'action d'enzyme digestive.

- Malgré cette réduction, PrA et PrD semblent mieux traiter ces aspects que PrB et PrC. En effet, PrA et PrD ont fait de ces aspects un moyen argumentatif et explicatif des conditions physico-chimiques dégagées des pratiques expérimentales réalisées ou évoquées en classe. Ils ont ainsi réussi à articuler les conditions expérimentales (certaines conditions physico-chimiques nécessaire à l'action d'enzyme digestive) avec celles d'in vivo. Et par conséquent, ils ont évoqué certains aspects physico chimiques de cette articulation. Alors que PrB et PrC se sont limités à dégager ces différentes conditions sans aucune forme d'articulation avec l'In vivo.
- Du fait que ces enseignants réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro aux aspects physico-chimiques, ils considèrent que ces pratiques reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme puisqu'elles reproduisent les conditions physico-chimiques d'In vivo, In vitro. ils restent ainsi peu vigilants quant aux spécificités de l'être vivant, relatives à son harmonie physiologique qui fait qu'une seule approche analytique chimique, incapable de refléter ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.
- Bien que PrA nous a semblé plus vigilant que ses collègues quant aux limites des pratiques expérimentales relatives à la digestion, les considérant spécifiques aux organes ou à la partie de l'organisme qu'elles étudient, nous pensons que cet enseignant rejoint PrB, PrC et PrD. En effet, comme ses collègues interviewés, PrA ne tient pas compte des spécificités de l'être vivant qui lui confère une certaine harmonie physiologique qui rendent toute exploration analytique incapable de refléter, en elle seule, son In vivo.
- Les élèves semblent également être peu vigilants quant aux spécificités de l'être vivant. En effet, la majorité (51/69) considère que ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.
- Malgré que 7 lycées, parmi les 69 interrogés, ont mentionné certaines limites des pratiques expérimentales sur la digestion, nous considérons que ces élèves sont loin de comprendre et de tenir compte des spécificités de l'être vivant et des précautions expérimentales qu'elles induisent. En effet, ces élèves ne font que répéter le discours de leur enseignant PrA. Ils rejoignent ainsi les 51 autres lycéens.
- De ce fait, nous pouvons considérer que 58/69 lycéens considèrent que les pratiques expérimentales sur la digestion sont capables de refléter l'In vivo. Ces élèves sont ainsi loin de comprendre et de tenir compte des spécificités de l'être vivant. Ils rejoignent ainsi leurs enseignants.

- Par ailleurs, 11 élèves sur les 69 interrogés avouent qu'ils ne savent pas si les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent l'In vivo ou pas. Ceci peut être expliqué par le fait que plusieurs questions relatives aux limites des pratiques expérimentales sur la digestion proposées en classe, aux spécificités du vivant, aux précautions que cela induit au niveau de ces pratiques et à l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, ne présentent pas une partie explicite préconisée par les programmes officiels et présentée par le curriculum potentiel, que les enseignants doivent traiter explicitement en classe afin de sensibiliser les élèves à ce sujet et leur garantir une certaine éducation biologique. Cependant, même si certains enseignants (PrA et PrD) ont réussi à évoquer certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, ces aspects semblent être imperceptibles pour certains élèves et se perdre dans le protocole expérimental au profit du volet chimique et analytique. Par ailleurs, face à cette forme d'enseignement, centrée sur une analyse chimique, la majorité des élèves restent peu vigilants au volet physiologique qui met en évidence les spécificités de l'être vivant et par conséquent les limites des pratiques expérimentales sur la digestion.

Principaux résultats quant à l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion en 3^{ème} année secondaire :

Curriculum prescrit

- L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne figure pas explicitement parmi les parties préconisées par ces instructions officielles.
- Cependant, l'étude de la spécificité de l'enzyme digestive et la détermination des conditions nécessaires à son action, qui présentent des objectifs notionnels de l'enseignement expérimental de la digestion fixés par ces programmes officiels, semblent se prêter au traitement du problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro.

Curriculum potentiel

Guide méthodologique :

De même que pour les instructions officielles, le guide méthodologique ne présente pas l'articulation entre l'In vivo et l'In vivo en tant que partie explicite des séances proposées et ne la traite pas en tant que problème. Cependant, l'étude des conditions (physico-chimiques) nécessaires à l'action des enzymes digestives (l'amylase salivaire et la pepsine), qui présente l'un des objectifs notionnels de l'enseignement expérimental de la digestion, semble se prêter au traitement de ce problème.

Manuel scolaire :

L'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il est présenté par le manuel semble se prêter à l'étude de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, la détermination des conditions nécessaires à l'action d'enzyme digestive, présentant l'un des objectifs de cet enseignement, nous semble présenter une occasion pour traiter ce problème. Cependant, cette étude semble se limiter à la détermination des conditions physico chimique nécessaires à l'action d'enzymes digestives (amylase salivaire et ovalbumine). Cette détermination semble être présentée indépendamment de toute forme d'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, aucun passage mentionnant cette articulation n'a été détecté. Le but semble être de dégager ces conditions. D'où une certaine compatibilité entre les programmes officiels, le manuel scolaire et le guide méthodologique.

Curriculum réel

Observations :

- ➔ Bien qu'en CI A, l'enseignant se soit limité à évoquer les pratiques expérimentales liées à l'hydrolyse de l'amidon, ce qui paraît limité par rapport à la réalisation réelle de ces activités expérimentales en classe, nous pensons que Pr. A a réussi à évoquer certains aspects physico-chimiques du problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro et surtout qu'il a fait de cette articulation l'argument explicatif de tout le protocole évoqué, avec un degrés de participation des élèves assez important.
- ➔ A l'opposé de PrA, PrB et PrC n'ont pas soulevé l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, ces deux enseignants se sont limités à la présentation et à la détermination des conditions physico-chimiques nécessaires à l'action de la salive. Ils n'ont pas cherché à expliquer ces conditions en les articulant avec les conditions d'In vivo.
- ➔ Bien que Pr. D a évoqué certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans un laps de temps assez court et avec un degrés de directivité assez important (il pose les questions, il répond et explique), nous pensons que cet

enseignant s'est marqué de Pr. B et Pr. C. En effet, en comparant les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire et celles nécessaires à l'action de la pepsine d'une part, et en articulant ces conditions avec les milieux naturels dans lesquels ces enzymes agissent d'autre part, Pr. D a fait de cette articulation l'argument explicatif de tout le protocole expérimental évoqué et des résultats obtenus. Pr. D semble ainsi rejoindre Pr. A.

→ Les quatre enseignants semblent réduire l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro aux conditions physico-chimiques nécessaires à l'action d'enzyme digestive. Le volet chimique dominant l'enseignement expérimental de la digestion au détriment du volet physiologique, peut expliquer cette réduction.

→ PrA et PrD traitent certains aspects physico-chimiques de cette articulation. En effet, ils expliquent les conditions physicochimiques expérimentales nécessaires à l'action d'enzyme digestive en les articulant avec celles d'In vivo.

→ Malgré cette réduction, nous considérons que ces deux enseignants ont réussi, en comparaison à PrB et PrC, à évoquer certains aspects de cette articulation et surtout à en faire un moyen explicatif et argumentatif des conditions déterminées par la digestion expérimentale réalisée ou évoquée en classe.

→ L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être soulevée ou traitée en tant que problème. Seuls certains aspects physico-chimiques se trouvent signalés en CIA et CLD.

Enseignants :

→ Pr. A, Pr B, Pr C et Pr D semblent s'accorder sur le fait que l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro fait partie de l'étude des conditions optimales de l'action d'enzyme digestive, partie exigée par les programmes officiels et expliquée par le manuel scolaire.

→ Toutefois, Pr. A et Pr. D semblent se marquer par rapport aux Pr. C et Pr. B. En effet, pour ces deux enseignants, au delà de l'énumération des conditions physico-chimiques expérimentales, nécessaires à l'action des enzymes digestives, une articulation entre ces conditions et celles d'In vivo est nécessaire. Cette articulation constitue, ainsi, un moyen d'explication et d'argumentation des conditions expérimentales déterminées :

→ Alors que pour Pr. C et Pr. B le fait de dégager et d'énumérer les conditions physico-chimiques optimales de l'action de l'enzyme digestive, constitue une étude de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro.

→ Les enseignants semblent aborder différemment l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Deux principales manières ont été ainsi définies, aussi bien au cours des observations effectuées que suite à l'analyse des différents discours de ces enseignants.

Suite à l'analyse des réponses des enseignants interviewés à la troisième question, deux principaux axes de réponses semblent paraître :

- Le premier axe : il est présenté par Pr A. Ce dernier considère que ces activités ne reflètent qu'une partie de ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme et se limitent à l'organe où à la partie de l'organisme qu'elles étudient. Et, pour que ces pratiques puissent refléter ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme, il faut multiplier les pratiques expérimentales pour avoir "des parties de vérité" qui doivent être regroupées ensuite.

▪ Le deuxième axe : il réunit Pr B, PrC et PrD. Pour ces enseignants, les activités expérimentales sur la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organe. Leurs arguments semblent tourner autour du fait que les conditions expérimentales respectent les conditions qui règnent In vivo.

→ Malgré la divergence apparente du discours de PrA, cet enseignant semble rejoindre PrB, PrC et PrD du fait qu'il reste peu vigilant quant la complexité de l'être vivant qui induit une certaine harmonie physiologique qui fait que le total est plus que la somme des parties et que l'être vivant est loin d'être exploré par une seule approche analytique et chimique. En effet, bien qu'on multiplie les expériences, l'analyse chimique est loin de comprendre, seule, ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Elle reste une méthode pour explorer le vivant qui nécessite de combiner d'autres approches afin de comprendre l'In vivo.

→ Ces enseignants réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro aux aspects physico-chimiques et ne tiennent pas compte de l'harmonie physiologique du vivant et par conséquent des limites de ces pratiques expérimentales. En effet, pour Pr A, PrB, PrC et PrD, il suffit de reproduire les conditions physico-chimiques d'In vivo, In vitro, pour comprendre et étudier le vivant. Ceci peut être expliqué par le fait que l'analyse chimique qui domine les pratiques expérimentales sur la digestion et qui fait que l'aspect physiologique de ces pratiques est mis à côté.

Lycéens :

L'analyse des réponses des élèves semble faire apparaître, malgré la divergence apparente, trois axes de réponses :

1. Un Oui affirmatif (51/69) : pour la majorité des élèves de 3^{ème} année secondaire questionnés, les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.

- pour la majorité (49/69) de ces lycéens, ces activités tiennent compte des conditions qui règnent à l'intérieur de la bouche.
- Pour 2 lycéens (2/69) : il s'agit du rôle principal des expériences sur la digestion.

2. Un Oui nuancé (7/69) : Ces élèves semblent être plus vigilants que les autres lycéens questionnés. En effet, ils limitent le rôle des activités expérimentales relatives à la digestion. Ils considèrent que ces activités sont spécifiques à la digestion de l'amidon dans la bouche et par conséquent elles ne reflètent que ce qui se passe à propos de l'amidon dans la bouche. Ils signalent que d'autres activités doivent être faites pour refléter ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Ici, l'influence de PrA sur ses élèves est ressentie. En effet, nous avons remarqué que ces sept élèves appartiennent à la CIA.

3. Je ne sais pas (11) : 11 élèves sur 69 interrogés, avouent qu'ils ne savent pas si ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme :

2.3. Faculté : Maîtrise sciences de la Vie et de la Terre

a. Analyse du curriculum potentiel : Fascicule de travaux pratiques de physiologie animale de SVT4 :

Nous rappelons que pour étudier la place de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum potentiel relatif à l'enseignement supérieur, nous avons analysé le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale destiné aux étudiants de Maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre de la faculté des sciences de Sfax (Annexe F1).

Une telle analyse curriculaire effectuée fait relever, parmi les étapes présentées dans le protocole expérimental, certains passages illustrant quelques aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Parmi ces passages, nous pouvons citer, à titre d'exemple, ce qui suit :

- ✓ L'utilisation d'un sérum physiologique pour rincer l'estomac et récupérer le suc gastrique.
- ✓ Le fait de "tiédir le sérum physiologique" dans un bécher à 37°C.
- ✓ Le fait de tenir compte du poids de l'animal pour les calculs de concentration ensuite.

Cependant, nous avons remarqué, malgré la diversité de ces passages, l'absence de toute explication quant au "pourquoi" de ces pratiques. En effet, bien que différentes étapes soulèvent certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, ces étapes semblent se perdre dans les différentes consignes constituant la "recette" présentée aux étudiants sous forme du protocole expérimental. Ce qui fait que les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouvent mis à côté. Ils ne constituent pas un problème explicite sur lequel les étudiants sont censés travailler. Par ailleurs, nous avons distingué, parmi les interrogations posées aux étudiants l'absence de toute question portant sur l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. En effet, ces étudiants ont été uniquement interrogés sur des aspects notionnels liés à la digestion.

Pour récapituler, nous pouvons dire ainsi que différents aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro semblent être soulevés dans le fascicule (le sérum physiologique, la température, etc.). Ces aspects prennent la forme de consignes à suivre et de détails à tenir compte au cours de la manipulation. Cette forme, centrée sur l'aspect

empirique et chimique, semble par conséquent, dévaloriser l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro.

L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne présente pas donc un problème ou une partie explicite à traiter. Les différents aspects physico-chimiques de cette articulation soulevés dans le protocole expérimental semblent se perdre dans la "recette" donnée.

b. Analyse du curriculum réel :

Afin d'analyser la place de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion au sein du curriculum réel relatif à la maîtrise des Sciences de la Vie et de la Terre de la faculté des Sciences de Sfax,

- Nous avons commencé par observer des séquences réelles de travaux pratiques de physiologie animale. Nous avons, en totalité, observé 4 binômes et 1 trinôme, soit 5 séquences de pratiques expérimentales sur la digestion. Ces séquences ont été administrées par deux assistants de physiologie animale (A1 & A2).
- Nous avons ensuite interviewé ces étudiants. Ces derniers sont répartis en quatre binômes et un trinôme : Binôme 1 (B1) : ET1 & ET2 ; Binôme 2 (B2) : ET3 & ET4 ; Binôme 3 (B3) : ET4 & ET6 ; Binôme 4 (B4): ET7 & ET8 ; Trinôme 1 : ET9, ET10 & ET11 (Annexe F3).
- Et nous avons à la fin interviewé les enseignants A1 et A2 préalablement observés (Annexe F2).

→ En ce qui concerne les étudiants :

➤ Observations :

L'observation des 11 étudiants, au cours des manipulations, portant sur l'étude de l'aspect acide du suc gastrique et sa régulation chimique et nerveuse, nous permet de remarquer que certaines parties du protocole expérimental, déjà signalées par les auteurs du fascicule, semblent soulever quelques aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Cependant, s'agissant d'une véritable «application de recettes», la plupart des étudiants observés suivaient les différentes parties du protocole expérimental sans se poser des questions sur le «pourquoi» de chacune de ces parties, entres autres celles relatives à certains aspects de l'articulation entre l'In

vivo et l'In vitro. En effet, les passages évoquant certains aspects de l'articulation, n'incitent pas les étudiants à se poser des questions sur leurs objectifs. Ces différents aspects se trouvent ainsi traités comme le reste de la "recette expérimentale". L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin de constituer par conséquent une priorité ou un problème de réflexion pour ces étudiants. La priorité de ces sujets semble être l'application rigoureuse des différentes parties et des consignes du protocole expérimental présenté par le fascicule, afin d'atteindre les résultats attendus. Ils se trouvent ainsi centrés sur l'aspect empirique, analytique et chimique de ces pratiques.

➤ **Entretien avec les étudiants :**

Nous avons en totalité, interrogé 11 étudiants (ET1–ET11), soit 4 binômes et 1 trinôme. Ces sujets étaient invités à répondre à la question suivante :

Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ? Pourquoi ?

L'analyse des réponses de ces étudiants (Annexe F5) permet de détecter deux axes de réponses :

- Le premier axe est présenté par 9 étudiants (ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6, ET7, ET8, ET9) : ces derniers considèrent que les activités expérimentales relatives à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Malgré la diversité apparente de leurs arguments, ces derniers semblent converger vers deux points :

1. Le fait de travailler sur un être vivant (3/9) :

- ET2 : "*...on a travaillé sur un animal vivant...la souris était vivante...elle était simplement anesthésiée...*".
- ET4 : "*...on a gardé le rat vivant jusqu'à la fin...il doit rester vivant...s'il est mort on doit recommencer la manip avec un autre animal*".
- ET9 : «*oui ces activités reflètent ce qui se passe réellement dans l'organisme...car...on a manipulé un rat vivant...il est resté vivant jusqu'à la fin de la manip...donc on a des résultats de l'intérieur de l'organisme*».

2. Le fait que les conditions expérimentales tiennent compte des conditions d'In vivo (6/9) :

✓ ET1 : *«selon moi, cette manip reflète ce qui se passe dans l'organisme car...on a travaillé dans les mêmes conditions du corps...la température égale à 37°C par exemple »*

✓ ET8 : *"...on a utilisé le sérum physiologique dans toute la manip"*

✓ ET9 *"...avant d'utiliser le sérum on l'a mis dans un bécher et on a chauffer jusqu'à 37°C....pour avoir la même température du corps"*

▪ Le deuxième axe est présenté par 2 étudiants sur les 11 interrogés : ET10 et ET11 considèrent que ces activités expérimentales sont loin de refléter ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme. Ces deux étudiants font partie du même trinôme. Pour ces sujets, la manipulation n'a pas donné les résultats "attendus". En effet, suite au calcul des concentrations, ils se sont aperçus qu'ils ont trouvés des valeurs loin de celles déjà trouvées par les autres étudiants. La différence était significative, ce qui témoigne de ce que Coquidé (2000) désigne par "la résistance du réel". Ces résultats inattendus semblent avoir tiré l'attention de ces étudiants aux limites des pratiques expérimentales liées à la digestion. En effet, bien Et10 et Et11 ont appliqué à la lettre les différentes consignes du protocole expérimental, ils n'ont pas trouvé les résultats attendus. Ce qui leur a montré que le vivant, par sa complexité, ne se laisse pas se réduire à une simple approche analytique et chimique.

ET10 : *"...cette manip ne montre pas ce qui se passe réellement dans l'organisme de l'animal...car...dans l'organisme....la digestion est très compliquée...elle est liée à d'autres....fonctions....telles que l'absorption intestinale....la diurèse....le pancréas....foie.... Tout est lié...en TP on ne peut pas étudier tout ça en même temps....on est obligé de séparer..."*

ET11 : *"Non.... La manip sur le suc gastrique ne reflètent pas....ce qui se passeréellement dans le corps....la digestion est sous le contrôle du système nerveux...lorsqu'on prend l'animal et on commence à ...le manipuler....le rat devient très stressé....et cela agit sur tout le corps...sur la digestion...donc l'animal n'est pas normal...car il est stressé....Il y a ce stress qu'on ne peut pas empêcher..."*

Pour récapituler, nous pouvons dire que l'analyse des productions des étudiants interrogés montre que la majorité de ces sujets semblent s'accorder sur le fait que les pratiques expérimentales liées à la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Pour ces étudiants, les différents aspects physico-

chimiques de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro pris en compte et réalisés au cours de la manipulation, ajoutés au fait de "travailler" sur un animal vivant tout au long de la manip, permettent à ces activités de refléter ce qui se passe In vivo. Cependant, 2 étudiants (ET10 et ET11) seulement sur les 11 interviewés semblent être vigilants vis-à-vis des limites de ces activités. En effet, ET10 et ET11 semblent s'accorder sur le fait que l'être vivant est très compliqué et par conséquent, ces activités expérimentales sont incapables de refléter son "In vivo". Ces étudiants étaient confrontés à ce que Coquidé désigne de "la résistance du réel", qui a fait que malgré l'application rigoureuse des consignes et des différentes parties du protocole expérimental, les résultats trouvés semblent présenter un grand écart par rapport à ceux attendus. Ces résultats inattendus semblent avoir tiré l'attention de ces étudiants aux limites des pratiques expérimentales en biologie.

→ **En ce qui concerne les assistants :**

➤ **Observation :**

L'observation des assistants A1 et A2 au cours des séances de travaux pratiques sur la digestion, nous a permis de remarquer que ces enseignants ont soulevé indirectement certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Parmi ces passages, nous citons à titre d'exemple ce qui suit :

✓ A1 : "...n'oubliez pas de tiédir le sérum physiologique avant de l'introduire dans l'estomac..."

✓ A2 : "...pour rincer l'estomac et récupérer le suc gastrique...vous utilisez le sérum physiologique et pas l'eau distillée...lisez bien vos fascicules..."

Ces aspects demeurent noyés dans le protocole expérimental présenté par le fascicule et rappelé par les assistants. En effet, c'est le volet empirique et chimique qui domine ces pratiques. Ces enseignants cherchent à tirer l'attention des étudiants sur certaines parties du protocole expérimental afin d'éviter qu'ils se trompent aux cours des manipulations.

➤ **Entretien avec les assistants**

Les assistants interviewés étaient invités à répondre à un ensemble de questions relatives à la place de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion, dont les plus importantes les trois questions suivantes :

- Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relatives aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale ?
- Comment abordez-vous cette articulation au laboratoire ?
- Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?

En réponse à la première question A1 et A2 semblent s'accorder sur le fait que le fascicule présente et tient compte de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro :

✓ A1 : *"le fascicule tient compte de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro....il indique aux étudiants qu'ils doivent utiliser le sérum physiologique....ils doivent réchauffer ce sérum jusqu'à 37° avant de l'utiliser....."*

✓ A2 : *"l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est bien présentée dans le fascicule...dans le protocole expérimental on dit aux étudiants d'utiliser le sérum physiologique ...et de le tiédir avant de l'utiliser par exemple...."*

Cependant, ces enseignants semblent réduire l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines étapes du protocole expérimental qui évoquent quelques aspects physico-chimiques de cette articulation.

Quant à la deuxième question, les discours de A1 et de A2 semblent également converger. En effet, ces deux assistants semblent aborder l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro de la même manière :

✓ A1 *"j'insiste sur l'importance d'utiliser un sérum physiologique... une température de 37°C....Comme ça j'attire l'attention des étudiants sur ces détails qui doivent respecter dans la manipulation.... Pour qu'ils ne se trompent pas".*

✓ A2 *"je répète plusieurs fois toutes les étapes que les étudiants doivent fairebien que les étudiants sont censés les connaître...je surveille si les étudiants ont bien suivi les différentes parties du protocole expérimental...s'ils utilisent bien le sérum physiologique pour manipuler...s'ils respectent la température du sérum physiologique... et ça m'arrive de répéter encore pour des binômes qui ont oublié ces étapes et qui risquent de se tromper dans la manip.. car généralement ils se trompent facilement"*

Nous remarquons ainsi que A1 et A2 semble valoriser le côté empirique. En effet, ils réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certaines consignes à suivre pour la réussite de la partie empirique de la manipulation. Ce qui peut être expliqué par le fait que la dominante de ces pratiques est chimique. Une telle dominance dévalorise le volet physiologique et réduit l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certains aspects d'ordre physico-chimique.

Par ailleurs, nous distinguons une certaine compatibilité entre ce que nous avons relevé lors de nos observations et les discours des assistants interviewés. En effet, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro reste loin d'être traitée en tant que problème ou partie explicite.

En ce qui concerne la troisième question, les discours des assistants demeurent convergents. En effet, A1 et A2 s'accordent sur le fait que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Ils considèrent qu'au cours de ces activités les étudiants "travaillent" sur un être vivant et tiennent compte des conditions d'In vivo.

A1 : "ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme...car dans les différentes étapes de la manipulation on tient compte des conditions réelles qui existent à l'intérieur de l'organisme...la température corporelle, le sérum physiologique, l'animal qui doit rester vivant jusqu'à la fin de la manip..." "

A2 : "Oui...ces activités... reflètent ce qui se passe...In vivo....parce que tout d'abord, on travaille sur être vivant qui est la souris...on tient compte de la température corporelle de cette souris....on tiède le sérum physiologique pour le rendre à cette température...on utilise un sérum physiologique....comme son nom l'indique...il remplace le liquide physiologique qui existe à l'intérieur de l'organisme...On fait tout pour avoir... les mêmes conditions d'In vivo"

Ainsi, A1 et A2 sont loin d'être vigilants vis-à-vis des spécificités du matériel biologique et des précautions qu'elles induisent au niveau des pratiques expérimentales en biologie. Pour eux, l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se réduit à un ensemble de consignes (d'ordre surtout physico-chimique) à tenir compte au cours de la partie empirique.

c. En résumé:

Pour récapituler, nous pouvons dire que l'analyse curriculaire, relative à la place de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion, effectuée en maîtrise de Science de la Vie et de la Terre, nous permet d'avancer les conclusions suivantes :

- L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être posé en tant que problème ou partie explicite dans l'enseignement expérimental de la digestion.
- Cependant, certains aspects, à dominance physico-chimique, de cette articulation se trouvent évoqués dans le protocole expérimental. Mais, ces aspects semblent se perdre dans les différentes consignes du protocole expérimental. En effet, ces aspects sont présentés par le fascicule et évoqués par les assistants sous forme d'étapes empiriques, sans aucune forme d'articulation avec l'In vivo. En plus, aucune explication sur le "pourquoi" de ces aspects n'a été détectée. C'est plutôt l'aspect empirique et chimique de ces pratiques expérimentales qui se trouve ainsi valorisé. Le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro se trouve par conséquent dévalorisé.
- Les assistants interrogés paraissent peu vigilants quant au problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion. Ceci peut être expliqué par le fait que ces activités expérimentales présentent une dominante chimique. Les enseignants se trouvent ainsi centrés sur cet aspect chimique et analytique au détriment de l'aspect physiologique et des limites que cela induit au niveau de l'expérimental sur le vivant.
- Les étudiants interrogés semblent rejoindre leurs enseignants. En effet, 9 étudiants, sur les 11 interviewés, considèrent que les pratiques expérimentales sur la digestion permettent de refléter ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.
- Cependant, seuls 2 étudiants sur les 11 interrogés semblent être vigilants quant aux spécificités du vivant et par conséquent, aux limites des approches analytiques dans l'étude du vivant. En effet, ces étudiants ont été confrontés à ce que Coquidé (2000) désigne par la "résistance du réel", qui a fait que, malgré une application rigoureuse des consignes du protocole expérimental, les résultats trouvés ne correspondaient pas aux résultats attendus. Ces sujets considèrent ainsi que ces pratiques sont loin de refléter ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme.

Principaux résultats quant à l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion en SVT4

Curriculum potentiel

- Bien que certains passages soulèvent quelques aspects physico-chimiques de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, nous pensons que ces aspects semblent se perdre dans les différentes consignes constituant la "recette" à appliquer par les étudiants. Le problème de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro semble ainsi être dévalorisé.
- Cette articulation ne constitue pas un problème explicite sur lequel les étudiants sont censés travailler. En effet, nous remarquons l'absence, parmi les interrogations posées aux étudiants, de toute question portant sur ce problème. Ces derniers ont été interrogés uniquement sur des aspects notionnels liés à la digestion.

Curriculum réel

Observations :

- Les aspects physico-chimiques de cette articulation, figurant dans le protocole expérimental, n'incitent pas les étudiants à se poser des questions sur leurs objectifs et leurs utilités. Ces aspects se trouvent ainsi traités comme le reste de la "recette expérimentale".
- Quant aux assistants, ils ont soulevé certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, au cours des séances de travaux pratiques. Et ceci afin d'attirer l'attention des étudiants sur certaines parties du protocole expérimental et d'éviter qu'ils se trompent aux cours des manipulations.

Enseignants :

- Les deux assistants réduisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certains aspects physico-chimiques à tenir compte pour la réussite de la partie empirique. Ils semblent ainsi valoriser l'aspect chimique et empirique de ces pratiques au détriment de l'aspect physiologique.
- A1 et A2 considèrent que ces pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Leurs arguments semblent être pareils. Ils convergent vers le fait qu'au cours de ces pratiques, d'une part, ils "travaillent" sur un vivant et d'autre part, les conditions d'In vivo sont prises en compte et sont reproduites In vitro.

Etudiants :

La majorité des étudiants (9/11) semblent s'accorder sur le fait que les pratiques expérimentales liées à la digestion reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme. Pour ces étudiants, les différents aspects physico-chimiques de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro pris en compte et réalisés au cours de la manipulation, ajoutés au fait de "travailler" sur un animal vivant tout au long de la manip, permettent à ces activités de refléter ce qui se passe In vivo. Seuls deux étudiants sur les 11 interrogés semblent être vigilants vis-à-vis de la complexité du vivant et considèrent que l'être vivant est beaucoup plus compliqué et par conséquent, ces activités expérimentales sont incapables de refléter son "In vivo". Ces étudiants ont été confrontés à ce que Coquidé (2000) désigne par la "résistance du réel". Ce qui a permis d'attirer leur attention sur les limites de ces pratiques expérimentales.

2.4. En résumé :

Les différentes analyses curriculaires effectuées au niveau du collège, lycée et faculté semblent converger vers les points suivants :

- L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est loin d'être présentée ou traitée en tant que problème ou partie explicite.
- Bien que l'enseignement expérimental de la digestion préconisé par les programmes officiels semble se prêter à l'étude de cette articulation du fait qu'il met en jeu des pratiques expérimentales In vitro
- L'analyse des curriculums prescrits montre que l'articulation entre l'in vivo et l'In vitro n'est pas évoquée ni dans les recommandations générales ni dans les objectifs spécifiques.
- L'analyse des curriculums potentiels et des curriculums réels permet de détecter certains passages qui portent sur certains aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro. Ces aspects prennent la forme de consignes et de remarques incluses dans le protocole expérimentale. Et ils portent sur certaines conditions physico-chimiques nécessaires à l'action d'enzyme digestive.
- L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro semble se réduire à certains aspects physico-chimiques. Ceci peut être expliqué par le fait que l'analyse chimique présente la forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion dans le curriculum tunisien. Cette forme valorise le volet chimique et analytique au détriment du volet physiologique.
- Cette réduction a été également détectée chez les enseignants. En effet, pour la majorité des enseignants interviewés tenir compte de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans les pratiques expérimentales sur la digestion, c'est reproduire les conditions physico-chimiques d'In vivo, In vitro.
- Certains enseignants (Pr1, PrA, PrD) ont mieux traité ces aspects que leurs collègues. En effet, ils ne se sont pas limités à dégager ces différentes conditions. Ils ont expliqué les conditions physico-chimiques déterminées In vitro en les articulant avec les conditions d'In vivo. Ils ont fait de cette articulation un moyen explicatif et argumentatif aux résultats empiriques.
- Par ailleurs, la majorité des enseignants, centrés sur l'aspect empirique, chimique et analytique des pratiques expérimentales liées à la digestion, restent peu vigilants

au volet physiologique de ces pratiques, aux spécificités du vivant, et par conséquent aux limites de ces pratiques. Ils considèrent que ces expériences reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme du fait que les conditions physico-chimiques d'In vivo se trouvent reproduites In vitro.

- Face à cette dominante chimique et analytique, la majorité des collégiens, des lycéens et des étudiants questionnés restent également peu vigilants aux spécificités du vivant et aux limites des pratiques expérimentales sur la digestion. Ils semblent ainsi rejoindre leurs enseignants.
- Seuls deux étudiants, sur tous les sujets interrogés, ont manifesté une certaine vigilance quant aux limites des pratiques expérimentales sur la digestion. Ces deux étudiants se sont trouvés confrontés à "la résistance du réel" ce qui a contribué à attirer leur attention sur la complexité du vivant et les limites des pratiques expérimentales.
- L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro semble donc avoir besoin d'une redéfinition et d'une valorisation dans les pratiques expérimentales sur la digestion. Une nouvelle conception de l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien, centrée sur une prise en compte et un traitement de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, en tant qu'occasion pour expliquer les spécificités du vivant et les précautions que cela induit au niveau de l'expérimental sur le vivant, semble s'imposer.
- Une formation, des enseignants, en histoire et épistémologie de la biologie semble également être de nécessité. En effet, une telle formation contribuera à éclaircir aux enseignants les spécificités du vivant et à les aider à comprendre les précautions que cela induit au niveau de l'expérimental sur le vivant, et, par conséquent, à en tenir compte dans leurs pratiques

Il paraît donc, suite aux analyses de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro dans l'enseignement expérimental de la digestion, que cette articulation se trouve réduite à certains aspects physico-chimiques. Cette dévalorisation semble provenir de la dominance des pratiques analytiques et chimiques dans l'enseignement expérimental de la digestion et du déficit de prise en compte des spécificités du vivant dans ces pratiques. La question qui se pose est alors la suivante :

Devant de telles pratiques, centrées sur l'aspect analytique et chimique et dévalorisant l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro, quelles conceptions sur le vivant cet enseignement va renforcer sur les apprenants ainsi que chez leurs enseignants ?

E. Les conceptions sur le vivant :

1. Cadre de référence :

La biologie appartient à la sphère des sciences dites expérimentales. Ce qualificatif renvoie au processus de validation des savoirs constitutifs de cette discipline, par des expérimentations. Ce mode de validation par l'expérimentation va distinguer les sciences expérimentales des sciences qui ne le sont pas. Ce qui explique l'importance de l'expérimental en biologie. De ce fait, la construction d'un rapport expérimental au vivant, chez les apprenants, s'avère l'un des objectifs fondamentaux de l'enseignement de la biologie.

Cependant, plusieurs auteurs ont signalé l'existence d'interactions permanentes, chez un sujet, entre son rapport expérimental au vivant, son attitude vis-à-vis du vivant (la valorisation, la hiérarchie inconsciente, etc.) et ses conceptions sur le vivant (s'agit-il d'une unité ou d'un ensemble de parties). Ainsi, la construction d'un rapport expérimental au vivant, chez un sujet, dépend de son rapport au vivant et de la manière dont il le conçoit. Comment, alors, chez un sujet, le rapport expérimental au vivant interagit simultanément, avec, d'une part, son rapport au vivant et, d'autre part, ses conceptions sur le vivant ?

a. Rapport au vivant / rapport expérimental au vivant :

Coquidé (1999, 2000), est l'un des chercheurs qui ont beaucoup travaillé sur le rapport expérimental au vivant. Cet auteur considère, qu'entre le rapport expérimental au vivant et le rapport au vivant, existent plusieurs interactions. En effet, le rapport expérimental est une phase qui permet la mise à l'épreuve du rapport que développent les élèves vis-à-vis du vivant. En effet, lors d'une investigation expérimentale sur le vivant (Coquidé, 1999), «le sujet touche, et il est touché par son rapport affectif et émotionnel au vivant». Ainsi, la façon dont les élèves manipulent le vivant, durant les différents moments de la manipulation, peut refléter leurs rapports au vivant.

Or comme l'a souligné Coquidé (2000), les attitudes et les représentations que l'Homme développe à l'égard de l'animal, ont été toujours complexes, contrastées ou même contradictoires. En effet, à travers l'histoire, l'Homme a développé différentes attitudes vis-à-vis des êtres vivants. En effet, les premiers rapports étaient marqués d'utilitariste. Les plus vieux écrits relatifs aux animaux et végétaux en témoignent. Il s'agit de dénominations et d'indications de qualités par lesquelles les êtres désignés sont utiles comme aliments et remèdes ou comme aides dans les travaux. Ce rapport utilitaire a permis la construction de tout un ensemble de connaissances d'ordre empiriques telles que celles relatives aux pratiques agricoles.

Ensuite, avec les premières civilisations, un rapport mystique et sacré, vis-à-vis du vivant, s'est développé. En effet, l'être vivant, et en particulier l'animal, s'est trouvé incorporé dans les pratiques religieuses. Ainsi, dans la culture arabo-musulmane, le sacrifice du mouton pendant la fête de l'«AID ELKEBIR» représente un devoir religieux qui présente une grande occasion festive. Cependant, dans la religion bouddhiste, le respect de la vie et du vivant prend une autre dimension. Ainsi, selon cette religion, il est interdit de tuer des vaches. Alors qu'en occident, la mort de l'animal de la boucherie, est tenue au maximum caché à l'écart de la société.

Par ailleurs, l'Homme opère, généralement, une classification inconsciente des être vivants. En effet, une valorisation, couramment répandue et inconsciente des mammifères qui sont placés au sommet d'une hiérarchie, a été souvent détectée. Alors que les plantes et les invertébrés sont relégués et ils sont mis à des niveaux bas du monde vivant (Coquidé, 1999). Cette classification joue un rôle fondamental dans la construction d'un rapport expérimental au vivant : prise en compte ou non de critères éthiques, droit de vie et de mort, vivisection, etc. L'importance de l'éthique (respect du vivant, droit de la vie, etc.) devient de plus en plus sentie dans les pays occidentaux, interdisant et limitant l'investigation sur le vivant et influençant, par conséquent, les pratiques expérimentales sur le vivant. Ainsi en France, les pratiques expérimentales faisant appel à la vivisection se trouvent éradiquées. Les grenouilles décérébrées et déméduillées ont disparu des paillasses. Ce qui n'est pas encore le cas pour la Tunisie. En effet, au cours de plusieurs manipulations en travaux pratiques de physiologie animale (tels que le potentiel d'action, l'électrocardiogramme), par exemple, les étudiants travaillent encore sur des grenouilles décérébrées et déméduillées. La construction d'un rapport expérimental

au vivant s'avère, par conséquent, dépendante du rapport que développe le contexte socioculturel vis-à-vis des êtres vivants.

Il serait ainsi important d'étudier et d'approfondir comment s'est établi le rapport au vivant dans différentes cultures et selon les représentations que l'homme se fait de lui-même, des vivants, de la vie et de la nature. Et comment ce rapport au vivant agit sur le rapport expérimental, qui, simultanément et en retour, le modifie. Ce qui pourrait constituer en lui-même l'objet d'investigation d'une recherche.

b. Conceptions sur le vivant / rapport expérimental au vivant :

Comment, chez un sujet, interagissent ses conceptions sur le vivant et son rapport expérimental au vivant ?

Les interactions permanentes entre les conceptions que se font une culture et une époque de l'être vivant et le rapport expérimental développé vis-à-vis du vivant, ont été bien signalées par l'histoire de la biologie. En effet, une étude historique et épistémologique de la digestion, a montré que la construction d'un rapport expérimental au vivant, relatif à la digestion, s'est faite d'une manière progressive et elle a été dépendante des conceptions sur le vivant, que se font les différents contextes socioculturels qui se sont succédés. Ainsi, nous avons distingué deux principales conceptions du vivant reflétant différents contextes socioculturels : conception vitaliste du vivant et conception mécaniste du vivant. Ces conceptions correspondent à deux approches différentes de l'étude du vivant : l'approche globaliste et l'approche analytique, donnant, par conséquence, deux explications différentes du phénomène de la digestion

→ Conception vitaliste de l'être vivant : Approche globaliste du vivant

Le vivant est perçu en tant que totalité indissociable présentant une cohérence interne, dont une approche analytique est incapable de l'étudier, d'où l'approche globaliste du vivant. Ici, c'est l'aspect vital qui caractérise l'objet d'étude de la biologie par rapport à ceux de la chimie et de la physique qui est mis en valeur dans la conception vitaliste du vivant. Alors que dans l'approche analytique, le vivant est compris comme une association de parties. Dans sa forme la plus fruste cette association sera postulée comme une relation linéaire, ce qui suppose une relation d'additivité entre ses parties. Le tout est donc, la somme des parties. Elle autorise un

découpage du vivant en un certain nombre d'entités définies comme autonomes qui seront, à leur tour, des objets d'étude.

→ **Conception réductionniste de l'être vivant : Approche analytique du vivant**

Il s'agit d'une conception mécaniste de l'être vivant, dont une approche analytique et expérimentale peut l'étudier. Cette conception a été inspirée de la théorie mécaniste de Descartes ce qui explique sa nomination de conception cartésienne de l'être vivant. Pour fonder son modèle explicatif, cette théorie a fait l'analogie entre le corps et la machine. Ainsi, avec cette conception, le vivant s'est libéré de la subjectivité et s'est transformé en un objet d'étude et d'investigation expérimentale.

→ **Dichotomie : conception vitaliste du vivant / conception réductionniste du vivant :**

Il nous paraît important de signaler que Chacune de ces conceptions a dominé durant une époque et présente le produit de tout un contexte socio-culturel. D'un autre côté, le passage d'une conception du vivant à une autre est marqué par une révolution dans l'histoire et l'épistémologie des sciences du vivant. En effet, avec le modèle mécaniste, Descartes a proposé, pour le XVII^{ème} siècle un nouveau modèle qui permettait de décrire le corps et rendait possible l'autonomie de la science. Ainsi, comme l'a souligné Fontenay (1991) « *Descartes a levé l'interdit qui pesait sur l'objectivation de la vie et les animaux ont perdu leur âme* ». Ainsi s'est développée l'approche analytique du vivant qui est entrée au laboratoire. Les naturalistes du XVIII^{ème} s'acharnent sur la vivisection et les pratiques expérimentales pour comprendre le vivant, dépassant ainsi les convictions vitalistes.

Or, en biologie, l'approche expérimentale pose de nombreux problèmes. En effet, le biologiste coupe sépare et divise pour étudier le vivant. Mais ce dernier présente une organisation cohérente qui réagit dans sa totalité, du fait que de multiples régulations et coordinations relient les fonctions du vivant. Ainsi, Cuvier considérant que l'approche expérimentale sépare les parties organisées et cohérentes du vivant, estime que cette approche n'est pas applicable aux êtres vivants.

Par ailleurs, malgré que la totalité de l'organisme présente un obstacle à l'approche analytique et expérimentale du vivant, elle invite les chercheurs en biologie à être vigilant vis-à-vis des spécificités du matériel biologique et des précautions qu'elles induisent au niveau des pratiques expérimentales sur le vivant. Ces spécificités ont

été relevées et analysées par Canguilhem (1965) "*il convient d'examiner...quelles précautions méthodologiques originales doivent susciter dans la démarche expérimentale du biologiste, la spécificité des formes vivantes, la diversité des individus, la totalité de l'organisme, l'irréversibilité des phénomènes vitaux*". Ainsi, la biologie se différencie des autres sciences exactes par les difficultés de réduire et de simplifier le phénomène vital pour le soumettre au type d'analyse propre à la physique ou à la chimie. De ce fait, les limites de l'expérimental se font sentir plus dans les sciences biologiques que dans les sciences physico-chimiques

Ces principes d'harmonie et de solidarité ont été défendus par plusieurs physiologistes. Par exemple, Bernard (1865, p139) dans son ouvrage « *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* » a bien signalé que « *proscrire l'analyse des organismes au moyen de l'expérience, c'est arrêter la science et nier la méthode expérimentale ; mais d'un autre côté, pratiquer l'analyse physiologique en perdant de vue l'unité harmonique de l'organisme, c'est méconnaître la science vitale et lui enlever tout son caractère* ». Ainsi, Bernard, ce physiologiste a milité pour une approche réductionniste de l'être vivant. Mais il a, simultanément, défendu l'impossibilité d'expliquer le vivant uniquement par des mécanismes physico-chimiques. Il a ainsi signalé les limites d'une telle approche en biologie.

Devant ce paradoxe et cette dichotomie : approche analytique / approche vitaliste du vivant, Chevallier (1984) a proposé l'approche systémique du vivant. Quels sont donc les principes d'une telle conception du vivant ?

➔ **Conception systémique :**

Selon cette conception, le vivant est modélisé en tant que système biologique présentant les caractéristiques suivantes (Chevallier, 1984):

- Le système est formé d'une ou de plusieurs parties. Chaque partie constitue un «sous-système». Généralement, l'une de ces parties est à son tour décomposable en un certain nombre d'autres sous-systèmes. Ainsi, Chevallier considère que la topologie d'un système n'est parfaitement définie que lorsque la description de celui-ci ne comporte que des parties indécomposables nommées « compartiments ».
- Le système présente un objet structuré qui est défini par rapport à un environnement, son biotope. Ainsi, un système n'est considéré qu'en prenant en considération le vivant et l'environnement dans le quel il baigne. Il peut exister ainsi,

des relations entre les différents compartiments du système d'une part, et entre ces compartiments et leur biotope, d'autre part.

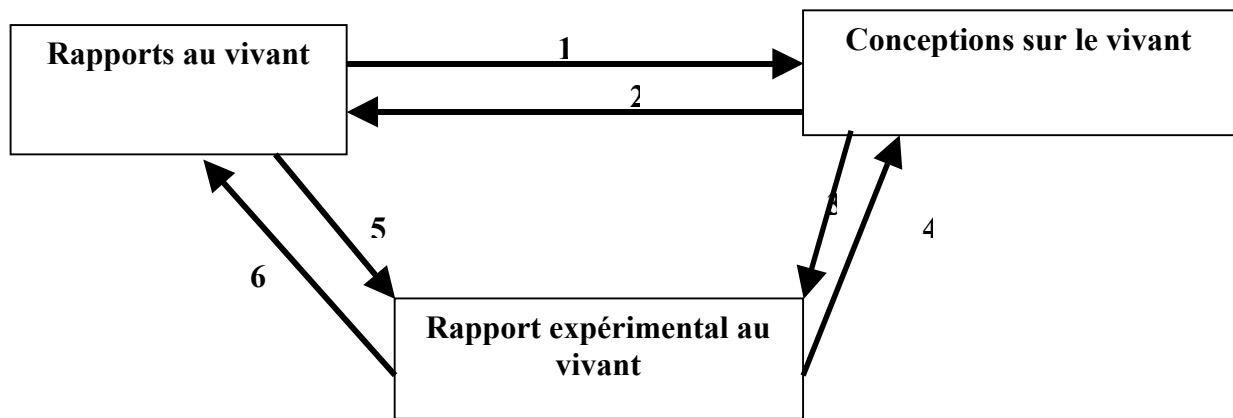
- Ce système est dynamique et présente une capacité à évoluer.
- Ce système possède un degrés de complexité supérieur à celui de chacune des ses parties prises individuellement. Ainsi, la totalité est plus que la somme des parties.
- Les principaux fonctionnements et organisations de ce système font appel aux lois communes de la physique et de la chimie. Cependant, ce système est ouvert et dynamique avec échange de matière et énergie avec son environnement. Il ne s'agit donc jamais d'une transposition pure et simple des méthodes de la physique et la chimie.

Dans l'approche systémique le postulat consiste à penser que le vivant ne peut être étudié et compris que comme un tout faisant lui même partie du tout qui constitue l'environnement dans lequel il évolue. Ainsi, selon Chevallier (1984), il serait nécessaire de définir un certain nombre de systèmes ouverts, étroitement associés (ou chevauchants), afin de rendre compte des mécanismes complexes qui définissent à la fois le vivant et ses relations avec son environnement. L'écologie et l'éthologie sont des disciplines où l'approche systémique du vivant a été particulièrement développée.

Ainsi, avec la modélisation systémique du vivant, Chevallier a essayé de dépasser la dichotomie : analytique / globaliste, dans l'approche de l'étude du vivant. L'approche expérimentale en Biologie présente, par conséquent, une des méthodologies de recherche en sciences de la vie. Le biologiste devient, ainsi, un gymnaste de l'esprit qui saute d'une approche à l'autre pour obtenir une compréhension plus approfondie du vivant. C'est de cette complémentarité entre les différentes approches (expérimentale, statistique, historique, etc.) que sont nés de nouveaux concepts biologiques.

c. En résumé :

Pour récapituler, nous pouvons dire que ce panorama didactique, historique et épistémologique, a mis en évidence l'existence d'interactions entre le rapport expérimental au vivant, le rapport au vivant et les conceptions du vivant. Dans le schéma qui suit, nous avons essayé d'illustrer ces différentes interactions.



Interactions entre rapport expérimental au vivant, rapport au vivant et conceptions du vivant

Dans la présente recherche, notre attention porte sur les interactions illustrées par la flèche N°4. Ainsi, nous allons essayer d'analyser les conceptions sur le vivant que les pratiques expérimentales sur la digestion permettent de développer chez les apprenants ainsi que chez leurs enseignants. Pour ce faire, les conceptions du vivant définies à travers l'histoire et l'épistémologie de la digestion, constitueront une base de réflexion pour analyser les conceptions des apprenants et de leurs enseignants sur le vivant.

Une question se pose alors et que nous sommes dans la nécessité d'y apporter un éclairage : Quelle(s) conceptions sur le vivant, l'enseignement expérimental de la digestion tel qu'il est conçu et pratiqué au sein du curriculum tunisien, permet de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants ?

2. Résultats et discussions :

L'analyse des productions des sujets interrogés, nous a permis de caractériser trois conceptions sur le vivant :

a. Conception analytique :

Cette conception du vivant reflète le modèle cartésien. Pour cela, nous pouvons la désigner de cartésienne ou de mécaniste. En effet, pour ces sujets, il suffit de diviser l'être vivant en un ensemble de fonctions et d'analyser chaque fonction à part pour arriver à comprendre le vivant dans sa totalité.

Exemple de réponse :

"...dans chaque expérience on étudie une fonction. J'ai fait une manip sur la respiration, une sur la diurèse et j'ai fait une sur la sécrétion gastrique. Chaque manip permet de comprendre une fonction de l'organisme. À la fin on a une idée sur toute les fonctions de l'organisme..."

b. Conception analytique- biochimique :

Pour ces sujets, il suffit d'analyser les phénomènes biologiques à l'échelle moléculaire pour arriver à comprendre le vivant. Ils considèrent que, chez l'être vivant, la digestion est commandée par des enzymes, dont la composition moléculaire, la structure et les caractéristiques chimiques doivent être identifiées afin de comprendre le phénomène de la digestion.

Exemple de réponse :

"...elles montrent que dans les organismes tout est commandé par des enzymes...il suffit de comprendre comment ces enzymes agissent pour comprendre le vivant..."

c. Conception analytique- totalisante :

Pour ces sujets, pour comprendre le vivant, il faut commencer par étudier chaque fonction séparée selon le modèle réductionniste, d'où la conception analytique. Cependant, l'approche analytique seule, s'avère insuffisante pour comprendre le vivant dans sa totalité. En effet, pour ces sujets, cette approche doit être complétée

par d'autres explorations qui tiennent compte des interactions entre les différents organes dans l'organisme. Ces sujets considèrent, ainsi, que deux méthodes doivent être intégrées, afin de comprendre le vivant, reflétant deux modèles d'étude du vivant : le modèle réductionniste et le modèle « globaliste ». Le premier modèle est appliqué à travers un ensemble de pratiques expérimentales qui étudient chaque fonction vitale à part. Le deuxième modèle est appliqué à travers une série de manipulations qui essaient d'étudier les interactions entre ces différentes fonctions, d'où la conception analytique-totalisante du vivant.

Exemple de réponse :

"...en plus tous ces phénomènes sont liés... nous, on fait dans le T.P de physiologie animale une manip sur la diurèse, une sur la respiration, deux sur la digestion...mais il faut ajouter des manips sur la relation entre ces phénomènes pour comprendre le vivant..."

d. Autres

Au cours de l'analyse des données collectées, nous avons remarqué que certains sujets interrogés :

- développent des conceptions floues que nous n'arrivons pas à identifier
ou
- ne répondent pas à la question posée (concernant cette partie)
ou
- avouent qu'ils ne savent pas.

Nous avons choisi de placer ces sujets dans la rubrique «**Autres**». Exemple de réponse :

« je ne sais pas... si les expériences de la digestion...permettent d'étudier... le vivant...car je n'ai pas étudié ça... dans le chapitre de la digestion.. »

L'analyse des productions des différents sujets interrogés (lycéens, collégiens, étudiants, enseignants de sciences naturelles exerçant au secondaire, enseignants de sciences naturelles exerçant au collège et des assistants de physiologie animale) nous a permis de les répartir, selon les conceptions qu'ils développent sur le vivant, conformément au tableau suivant :

Les conceptions des apprenants et de leurs enseignants sur le vivant

	Population concernée	conception analytique	conception analytique biochimique	conception analytique totalisante	Autres
Faculté	Assistants (2)		2		
	Etudiants (11)	3	6	2	
Lycée	Enseignants (4)	1	3		
	Lycéens (69)	57	7		5
Collège	Enseignants (3)	2	1		
	Collégiens (14)	10	-		4

→ En ce qui concerne l'enseignement supérieur :

L'analyse de ce tableau montre que les assistants de physiologie animale interrogés (A1 et A2) développent une conception analytique biochimique du vivant. En effet, A1 considère que «...les deux manip aident les étudiants à comprendre la digestion...elles montrent que dans les organismes tout est commandé par des enzymes...il suffit de comprendre comment ces enzymes agissent pour comprendre le vivant...». De même, A2 semble rejoindre A1 et pense que l'étudiant « ... fait une manip sur la digestion et sa régulation nerveuse...il finit par comprendre que.... les fonctions de l'organisme subissent généralement une régulation nerveuse et chimique...et même la régulation nerveuse agit par l'intermédiaire d'enzymes et d'hormones...l'étudiant finit par comprendre l'importance des enzymes qui commande presque tout le corps».

Ainsi, pour ces assistants, pour comprendre le vivant, il suffit de faire des manipulations qui permettent de comprendre comment les enzymes agissent dans le corps. Car pour eux, chez le vivant, tout est commandé par des enzymes. Ici, c'est une conception analytique-biochimique du vivant qui semble être détectée. Il s'agit

de réaliser des pratiques expérimentales analytique mais à l'échelle moléculaire, pour comprendre le vivant.

Quant à leurs étudiants (en maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre de la Faculté des Sciences de Sfax), ils développent différentes conceptions du vivant. En effet, l'analyse des réponses de ces sujets nous a permis de détecter trois conceptions du vivant : analytique, analytique-biochimique et analytique-totalisante. Cependant, la majorité de ces étudiants développent une conception analytique biochimique. En effet, six étudiants (ET1, ET2, ET4, ET5, ET7, ET9) sur les onze interrogés considèrent que *«...les expériences en biologie permettent de comprendre le vivant car toutes les fonctions de l'organisme sont commandées par des enzymes. Une fois on analyse ces enzymes et on sait comment elles agissent on arrive à comprendre tout l'organisme » (ET1)*. Alors que seuls trois étudiants (ET3, ET6, ET8) développent une conception analytique du vivant. Ces étudiants considèrent que *« dans chaque expérience on étudie une fonction (...) une manip sur la respiration, une sur la diurèse et (...) une sur la sécrétion gastrique. Chaque manip permet de comprendre une fonction de l'organisme. À la fin on a une idée sur toutes les fonctions de l'organisme »(ET3)*.

Par ailleurs, deux étudiants (ET10 et ET11) sur les onze interrogés, développent une conception analytique-totalisante du vivant. Ces étudiants considèrent que les pratiques expérimentales en biologie ne permettent pas de comprendre le vivant *« ...car dans l'organisme c'est très compliqué...dans la dernière manip sur la digestion on a étudié la régulation nerveuse et chimique de la sécrétion gastrique...mais ce qui passe dans le corps c'est très compliqué d'après ce que j'ai compris...en essayant de faire le lien entre les manips que j'ai fait jusqu'à maintenant...car le système nerveux agit sur la digestion...la digestion agit sur la diurèse...tout est lié dans le corps...donc, il faut faire aussi d'autres manips où on étudie ces relations entre ces différentes fonctions...comme ça on peut comprendre le vivant" (ET10)*.

ET 11 semble rejoindre ET10 et considère également que *"la manip sur la digestion ne permet pas de comprendre le vivant...elle permet de comprendre la sécrétion du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique...mais dans l'organisme il y a d'autres fonctions la respiration, la diurèse, la circulation etc....et en plus tous ces phénomènes sont liés...nous, on fait dans le T.P de physiologie animale une manip sur la diurèse, une sur la respiration, deux sur la digestion...mais il faut ajouter des*

manips sur la relation entre ces phénomènes pour comprendre le vivant...mais je ne sais pas comment on peut faire"

Ainsi, nous pouvons dire que, pour l'enseignement supérieur, la conception analytique-biochimique du vivant s'avère la conception dominante aussi bien chez les étudiants que chez leurs enseignants.

→ En ce qui concerne l'enseignement secondaire :

Les enseignants exerçant en 3^{ème} année secondaire (PrA, PrB, PrC et PrD) développent des conceptions analytique et analytique biochimique du vivant. Cependant, trois enseignants sur les quatre interrogés présentent une conception analytique biochimique. En effet, PrB considère que "*...ces expériences permettent de comprendre le vivant.... c'est vrai que le degrés de compréhension du vivant n'est pas le même...car plus les expériences réalisées sont précises touchant l'échelle moléculaire et utilisant un matériel de plus en plus élaboré...plus les résultats trouvés sont précis et plus on comprend le vivant*". De même pour PrC qui pense également que "*...les expériences liées à l'enseignement de la digestiontelles qu'elles sont pratiquées en classe.... permettent d'étudier et de comprendre le vivant....ces expériences sont exigées par les inspecteurs et les programmes officiel car elles permettent aux élèves de comprendre ce qui se passe dans l'organisme...j'aurais aimé faire plus d'expériences sur la digestion en classe...j'aurais aimé par exemple faire une expérience qui montre aux élèves la transformation chimique que l'amidon subit au cours de l'hydrolyse...c'est à dire les différents états chimiques de l'amidon avant de se transformer en maltose...pour expliquer aux élèves l'importance de la digestion chimique et en quoi elle consiste cette digestion*". PrD semble rejoindre PrB et PrC et considère aussi que "*...ces expériences permettent aux élèves d'étudier et de comprendre le vivant....c'est toujours comme ça en Biologie...on fait des expériences pour comprendre le vivant...et pour les élèves...c'est très important car...ces expériences...comme celles de l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...c'est primordial pour comprendre la digestion chimique...il faut montrer et expliquer ces transformations chimiques aux élèves...une fois ces élèves comprennent ces transformations chimiques ils arrivent à comprendre le vivant*".

Cependant, un seul enseignant (PrA) sur les quatre interviewés, développe une conception analytique du vivant. En effet, pour PrA "*...les activités expérimentales permettent de comprendre le vivant...mais (...) chaque expérience permet de comprendre l'organe ou la partie du corps qu'elle étudie...donc, les expériences de la digestion de l'amidon permettent de comprendre la digestion de l'amidon par la salive mais pas la digestion de l'ovalbumine par la pepsine par exemple...donc, il faut multiplier les expériences...car chaque expérience donne une partie de vérité...en multipliant les expériences sur les différentes parties du corps...on arrive à comprendre le vivant*".

Nous pouvons dire ainsi que la majorité (3/4) des enseignants interviewés, exerçant en 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales, développent une conception analytique-biochimique du vivant.

Par ailleurs, l'analyse des productions de leurs élèves permet de dégager deux conceptions du vivant : analytique et analytique-biochimique. Toutefois, la majorité de ces lycéens (57/69) présentent une conception analytique et considèrent que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion « *...permettent d'étudier le vivant..* ». Pour ces apprenants, « *...dans chaque expérience on étudie quelques choses... (...) l'hydrolyse de l'amidon et l'hydrolyse de l'ovalbumine à la fin on comprend toute la digestion comment elle se passe à l'intérieur du corps...*».

Alors que sept apprenants, seulement, sur les soixante neuf interrogés, développent une conception analytique-biochimique du vivant. En effet, ces lycéens considèrent que, seules des pratiques expérimentales relevant de l'analyse biochimique, permettent de comprendre et d'étudier le vivant.

Comme exemple de réponse, nous pouvons citer ce qui suit : « *dans les expériences sur la digestion on a vu la digestion chimique de l'amidon par la salive. On a étudié que l'amylase salivaire qui transforme l'amidon en sucre. Mais on n'a pas fait l'expérience sur la pepsine qui transforme l'ovalbumine. Il faut faire les expériences sur ces enzymes pour comprendre le vivant* ».

Cependant, nous avons choisi de placer cinq élèves, sur les soixante neuf questionnés, sous la rubrique « Autres ». En effet, certains de ces élèves ont avoué qu'ils ne savent pas. Et les autres ont produit des réponses floues que nous n'avons pas pu analyser. Par conséquent, nous n'avons pas pu faire le point sur les conceptions de ces élèves sur le vivant. Comme exemple de réponse, nous pouvons citer ce qui suit : « *je ne sais pas est ce que ces expérience permettent de*

comprendre le vivant ou non» ; «dans les expériences de la digestion on a fait l'hydrolyse de l'amidon par salive »

Ainsi, dans l'enseignement secondaire, la conception analytique du vivant s'avère la conception dominante chez les lycéens. Alors que, chez leurs enseignants, c'est la conception analytique-biochimique qui demeure la plus détectée.

→ Pour l'enseignement de base :

Deux enseignants (Pr1 et Pr2) sur les trois interviewés développent une conception analytique du vivant. En effet, pour Pr1 : *"...les expériences en biologie pratiquées en classe permettent d'étudier et de comprendre le vivant....ces expériences offrent une occasion aux élèves pour chercher eux même les résultats...ces élèves vont comprendre qu'à l'aide de ces expériences on étudie le vivant....et on arrive à le comprendre"*. De même pour Pr2, cet enseignant rejoint Pr1 et considère également que *"...ces expériences permettent de comprendre le vivant....car en biologie....je parle des recherches en biologie...les chercheurs font des expériences pour comprendre l'organisme....en classe on ne fait pas ces expériences car elles sont très difficiles pour les élèves et demandent beaucoup de matériels...mais on essaie de refaire quelques expériences faciles comme celle de l'hydrolyse de l'amidon...adaptées au niveau des élèves...car c'est pas la même expérience d'hydrolyse d'amidon faite en 9^{ème} qu'en 3^{ème} année secondaire...il faut respecter le niveau des élèves.... Comme j'ai dit on fait des expériences faciles pour montrer aux élèves que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant"*

Cependant, seule Pr3 développe une conception analytique-biochimique du vivant. Ainsi, pour Pr3 *"ces expériences permettent de comprendre comment se passe la digestion de l'amidon dans la bouche....en 6^{ème} année...si ces élève suivent une section scientifique...ils vont faire aussi des expériences sur l'hydrolyse de l'ovalbumine...ils vont comprendre comment se fait la digestion de l'ovalbumine dans l'estomac....ainsi les élèves vont comprendre l'importance de la digestion chimique et surtout des enzymes qui sont responsables de la digestion. En 9^{ème} année, on traite pas trop cet aspect chimique de la digestion...on fait que l'introduire aux élèves pour tirer leur attention sur son importance dans le corps et pour les aider à comprendre le vivant. "*

Quant aux collégiens interviewés, nous avons pu remarquer que la majorité de ces élèves développent une conception analytique du vivant. En effet, dix collégiens sur les quatorze interrogés, considèrent que *«les expériences sur la digestion permettent de comprendre le vivant ...car ces expériences permettent de comprendre la digestion de l'amidon comment elle se passe dans l'organisme...»* (C1). Cependant, quatre collégiens, sur les quatorze interrogés, avouent qu'ils ignorent la réponse à la question posée (relative à cette partie de recherche). Comme exemple de réponse, nous pouvons citer ce qui suit : *« je ne sais pas...on n'a pas vu ça dans le chapitre de la digestion »* (C3) ; *« je ne sais pas...je sais que l'amidon est digéré par la salive... »* (C7).

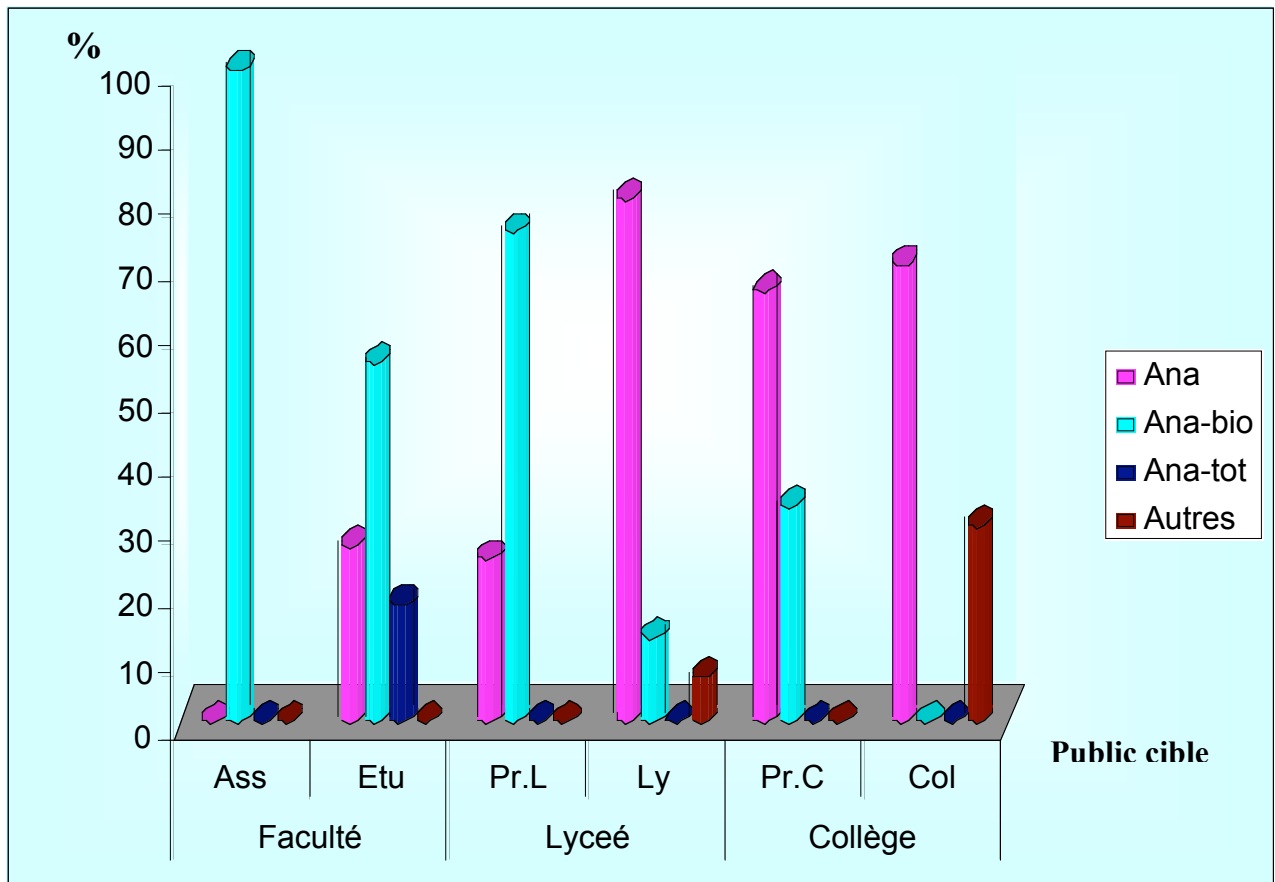
Ainsi, au niveau de l'enseignement de base, c'est la conception analytique du vivant qui s'avère la plus détectée aussi bien chez les enseignants (2/3) que chez leurs élèves (10/14).

→ Analyse comparative :

L'analyse de contenu, que nous avons effectuée, nous a permis de caractériser les conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il est pratiqué au sein du curriculum tunisien, permet de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants. Nous avons choisi de compléter cette analyse par une étude comparative. Une telle approche permet de croiser les différents résultats obtenus suite à l'analyse de contenu et propose ainsi une deuxième lecture de notre corpus.

Pensons qu'un graphe permet de mieux illustrer les différents résultats, obtenus suite à l'analyse de contenu, et d'envisager, par conséquent, plus facilement, une étude comparative, nous choisissons de présenter ces résultats sous forme d'histogrammes.

Histogrammes N 1: Analyse comparative



Légende de l'Histogramme N°1 :

Faculté :

- Ass : assistants
- Etu : Etudiants

Lycée :

- Pr.L : professeurs de lycée
- Ly : lycéens

Collège :

- Pr.C : professeurs de collège
- Col : collégiens

D'après ce graphe, nous pouvons remarquer que la conception analytique-biochimique du vivant est la plus détectée au niveau de l'enseignement supérieur et ceci, aussi bien chez les assistants que chez leurs étudiants. Cependant, cette conception du vivant devient de moins en moins exprimées en passant de l'enseignement supérieur vers l'enseignement de base. Ainsi, nous pouvons dire qu'en passant de la faculté vers le collège la conception analytique-biochimique du vivant diminue de représentants laissant la place à une conception analytique du vivant. Ceci peut être expliqué par le changement de niveaux de formulation de la digestion. En effet, en comparant l'enseignement de la digestion au collège, au lycée et à la faculté, nous avons remarqué que le niveau de formulation de l'enseignement de la digestion devient de plus en plus accés sur la digestion chimique en avançant dans le cursus scolaire tunisien (c'est-à-dire du collège vers la faculté).

Ce graphe nous permet également de signaler que la conception analytique-totalisante est la conception du vivant la moins exprimée dans le cadre de notre échantillon d'étude. En effet, seuls deux étudiants, sur l'ensemble des apprenants et des enseignants interrogés, ont développé cette conception du vivant. Ceci peut être expliqué par le fait que l'enseignement de la digestion en particulier, et des sciences naturelles en général, est axé sur l'approche analytique du vivant. Ces sujets n'ont pas eu, en conséquence, l'occasion pour comprendre que l'étude du vivant s'effectue par le concours de différentes approches (statistique, systémique, descriptive, etc.) dont l'analytique présente une de ces méthodes d'étude du vivant.

D'un autre côté, ces sujets n'ont pas été confrontés à des pratiques expérimentales qui reflètent ce que Coquidé (1999) désigne de « résistance de réel » et qui présentent une occasion pour sensibiliser ces sujets vis-à-vis des limites de l'approche analytique, en biologie.

F. Conclusion :

L'étude des conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il est pratiqué au sein du curriculum tunisien, permet de développer chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants, nous permet d'avancer les conclusions suivantes :

- L'enseignement expérimental de la digestion permet de développer différentes conceptions du vivant. Dans le cadre de notre échantillon d'étude, trois conceptions du vivant ont été détectées : analytique, analytique-biochimique et analytique-totalisante.
- La conception analytique et analytique–biochimique du vivant s'avère les conceptions les plus caractérisées chez les sujets interrogés. Ceci peut être expliqué par le fait que l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien, est centré sur des pratiques analytiques et chimiques. De telles formes semblent renforcer une conception analytique (voir biochimique) du vivant. Notre hypothèse de recherche se trouve ainsi validée.
- La conception analytique-biochimique du vivant devient de plus en plus importante en passant du collège vers la faculté. Ceci peut être expliqué par le fait que le niveau de formulation de la digestion devient de plus en plus accès sur la digestion chimique et moléculaire en avançant dans le cursus scolaire.
- La conception analytique-totalisante s'avère la conception la moins détectée, dans le cadre de notre échantillon d'étude. En effet, seuls deux étudiants sur l'ensemble des sujets interrogés développent cette conception du vivant. Ceci peut être expliqué par la dominance des pratiques analytiques qui laissent passer sous silence les spécificités du matériel biologique et les précautions que cela induit au niveau de l'approche expérimentale sur le vivant. De telles pratiques dévalorisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro et contribuent ainsi à renforcer une conception analytique voir biochimique du vivant chez ces sujets.

Ainsi, les enseignants ainsi que leurs apprenants, des différents niveaux scolaires, se font des vivants des idées personnelles dont l'enseignement expérimental de la digestion semble jouer un rôle important dans la construction de ces conceptions.

Or, l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il est pratiqué au sein du curriculum tunisien, propose essentiellement une approche analytique et chimique du vivant. Cette dernière réduit l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certains aspects physico-chimiques. Cette articulation reste ainsi dévalorisée ne permettant pas de comprendre les spécificités du vivant et les précautions que cela induit au niveau des pratiques expérimentales en biologie. Les pratiques expérimentales scolaires restent

ainsi loin d'aider les apprenants à comprendre le vivant dans toutes ses dimensions. Elles renforcent ainsi une conception analytique voir biochimique du vivant. Notre hypothèse de recherche se trouve ainsi confirmée.

Cependant, l'école et plus exactement les pratiques expérimentales scolaires sur le vivant, sont censées contribuer à développer chez les apprenants une éducation biologique. Ce qui veut dire sensibiliser ces sujets vis-à-vis des spécificités du matériel biologique et des limites de l'approche analytique en sciences de la vie. Pour ce faire, l'enseignement expérimental de la digestion doit intégrer de nouvelles investigations qui prennent en compte le vivant dans sa complexité et qui reflètent ce que Coquidé (1999) désigne de « résistance du réel ». De telles pratiques, s'avèrent de grande importance du fait qu'elles rendent les apprenants plus vigilants vis-à-vis des spécificités du vivant. En effet, les difficultés rencontrées lors de l'investigation sur le matériel biologique et la "résistance du réel" peuvent conduire à éveiller l'esprit critique et curieux, chez ces sujets, et par conséquent à faire évoluer leurs conceptions du vivant.

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Notre problématique concernait les formes et les fonctions des pratiques expérimentales, conçues comme moyen d'enseignement apprentissage du phénomène de la digestion, au sein du curriculum tunisien. Nos questions de recherches étaient les suivantes :

- A propos des formes et des fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien :
 - Quelles formes ces pratiques expérimentales sont censées prendre et quelles formes prennent-elles réellement ?
 - Quelles fonctions cet enseignement est censé remplir et quelles fonctions remplit-il réellement ?
 - Quelles fonctions accordent les enseignants et leurs élèves à cet enseignement ?

- A propos des conceptions sur le vivant des apprenants tunisiens et de leurs enseignants dans l'enseignement expérimental de la digestion
 - Dans quelle mesure ces pratiques expérimentales offrent-elles une approche du vivant dans sa diversité et sa complexité ?
 - Comment l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est-elle soulevée et traitée dans ces pratiques ?
 - Quelles conceptions sur le vivant, cet enseignement tel qu'il est préconisé et pratiqué réellement en classe, permet-il de nourrir chez les apprenants tunisiens ainsi que chez leurs enseignants ?

A. Cadre de référence didactique :

Dans cette partie, nous avons, au début, analysé les travaux didactiques qui se sont intéressés aux problèmes liés à l'enseignement-apprentissage de la digestion. Nous nous sommes, ensuite, intéressés à la place de l'enseignement expérimental de la

digestion au sein du curriculum tunisien. Nous avons, à la fin, analysé des recherches didactiques réalisées sur les pratiques expérimentales scolaires.

De telles analyses ont contribué d'une façon significative à argumenter, à justifier notre choix du sujet de recherche et à montrer son originalité. Notre travail n'était pas ainsi arbitraire. En effet, quatre principales raisons ont motivé nos réflexions :

- Au sein du curriculum tunisien, l'enseignement expérimental de la digestion est présent tout au long de la scolarité des élèves. En effet, cet enseignement existe dans les programmes du collège (9^{ème} année de base) et dans ceux du lycée (3^{ème} année secondaire). Il est également présent dans l'enseignement supérieur (4^{ème} année Sciences de la Vie et de la Terre).
- Par ailleurs, en Tunisie, cet enseignement fait l'objet de plusieurs formes d'expériences et d'activités expérimentales (des expériences historiques évoquées, des manipulations réalisées en classe, des observations, etc.).
- Les pratiques expérimentales sur le vivant ont joué un rôle important dans la compréhension du phénomène de la digestion. Cependant, ces pratiques posent de nombreux problèmes liés aux spécificités du vivant
- En outre, l'analyse des recherches didactiques effectuées sur les pratiques expérimentales scolaires a montré que la réflexion de la majorité des chercheurs a été plus orientée vers l'analyse de la démarche expérimentale que vers une analyse curriculaire des formes et des fonctions de ces pratiques expérimentales. En effet, la majorité de ces travaux didactiques (Darley, Orlandi, Vialle, etc.) s'est surtout intéressée à la démarche suivie au cours des expériences, démarche suivie par les professeurs, ou les étudiants et les élèves. L'étude, sous une approche curriculaire, des rôles joués et/ou accordés aux pratiques expérimentales dans l'enseignement de la digestion a été négligée.

Les analyses que nous avons effectuées dans cette partie, ont permis aussi d'enrichir et de nourrir le cadre conceptuel de notre recherche. Elles nous ont aidé également à construire notre problématique de recherche autour des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien.

B. La méthodologie de recherche mise en oeuvre :

Pour notre étude, nous avons adopté l'approche curriculaire (Lebeaume, 1999) comme méthodologie de recherche. Une telle approche permet de soulever les problèmes de cohérences et de compatibilités mais aussi d'incohérences et d'incompatibilités entre les différents niveaux du curriculum (prescrit, potentiel et réel).

L'application d'une telle approche, au sein du curriculum tunisien, nous a permis de recueillir une diversité de données constituant ainsi cinq corpus :

- Le premier corpus a été formé par les programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles relatifs à la 9^{ème} année de base et les programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles relatifs à la 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales¹.
- Le second corpus a été constitué des manuels scolaires de sciences naturelles à l'usage des élèves de 3^{ème} année secondaire et de 9^{ème} année de base ainsi que du fascicule de Travaux Pratiques de Physiologie Animale à l'usage des étudiants de maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre.
- Le troisième corpus a été formé par les observations de séquences réelles de l'enseignement expérimental de la digestion en 9^{ème} année de base, en 3^{ème} année secondaire ainsi qu'en maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre.
- Les entretiens effectués auprès des assistants, des enseignants de sciences naturelles, des étudiants de SVT4 et des élèves de 9^{ème} année de collège ont été enregistrés avec leur accord. Ces entretiens ont fait l'objet de transcriptions intégrales. C'est l'exploitation de ces transcriptions qui a fourni la matière principale du quatrième corpus.
- Le cinquième corpus a été constitué de questionnaires administrés auprès des élèves de 3^{ème} année secondaire section sciences expérimentales.

¹ L'enseignement supérieur, en Tunisie, ne présente pas de programmes officiels (Chabchoub, 2002).

Par ailleurs, l'analyse curriculaire que nous avons mise en place nous a permis d'entamer ensuite une approche comparative. Cette dernière a permis de dévoiler certaines cohérences, incompatibilités et incohérences, entre formes et fonctions des expériences d'une part, et entre curriculum prescrit, potentiel et réel, d'autre part.

C. Les principaux résultats concernant les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion en Tunisie :

L'analyse curriculaire des formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, a permis de :

1. Dégager les formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion.
2. Analyser les cohérences et incohérences entre les différents niveaux du curriculum et entre formes et fonctions.
3. Etudier la progressivité de l'enseignement expérimental de la digestion tout au long du cursus scolaire tunisien : collège, lycée et faculté.

1. En ce qui concerne les formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien :

L'analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien, a permis d'avancer les conclusions suivantes :

- ➔ Différentes pratiques expérimentales sont proposées dans l'enseignement de la digestion :
- Expérience in vitro de la digestion de l'empois d'amidon par la salive.
 - "étude expérimentale de la digestion de l'ovalbumine...".
 - "mâcher un morceau de pain jusqu'à sentir le goût sucré",
 - Expériences historiques de Réaumur et de Spallanzani
 - Deux manipulations tournantes (secrétion gastrique chez le rat & automatisme de l'intestin grêle du lapin) réalisées dans le cadre de travaux pratiques de physiologie animale.

- Ces pratiques prennent différentes formes scolaires qui diffèrent selon le niveau scolaire analysé et qui diffèrent également d'une classe à une autre au sein du même niveau scolaire. Cependant, malgré cette diversité, l'analyse chimique In vitro (la digestion chimique In vitro) s'avère la forme dominante dans l'enseignement expérimental de la digestion en Tunisie. En effet, ces pratiques consistent, dans la plupart des cas, à des expériences d'hydrolyse de l'amidon et/ou de l'ovalbumine. Dans ces pratiques, la digestion est souvent problématisée autour de l'hydrolyse et la simplification moléculaire avec des pratiques expérimentales linéaires.
- Ces pratiques sont généralement présentées dans une logique d'investigation avec un enseignement expérimental par résolution de problème. Cependant, cette forme n'est qu'annoncée.
- En ce qui concerne les fonctions accordées à ces pratiques, différentes fonctions ont été détectées :
 - Fonctions de scientificité : fonctions notionnelles liées à l'explication de notions de la digestion (dont le niveau de formulation de ces notions diffèrent d'un niveau à un autre) et fonctions épistémologiques liées à la mise en évidence de l'importance de l'expérimental en biologie.
 - Fonctions éducatives : fonctions liées au développement du raisonnement scientifique et à l'acquisition d'habiletés manuelles et de savoir-faire liés aux pratiques expérimentales en biologie.
 - Fonctions pédagogiques : fonctions liées à l'apprentissage du travail en groupe, et à la capacité de communiquer les résultats et de discuter avec ses pairs.
 - Fonctions professionnelles : les pratiques expérimentales en biologie assure une certaine formation professionnelle pour les étudiants.
 - Fonctions de "support pédagogique" : l'enseignement expérimental semble faciliter la tâche des enseignants puisque les étudiants comprennent plus facilement avec les travaux pratiques.
- Cependant, les fonctions notionnelles demeurent les fonctions les plus détectées au sein des différents niveaux du curriculum tunisien.

2. En ce qui concerne les cohérences et les incohérences détectées :

Dans le cadre de notre travail, plusieurs cohérences et incohérences ont été détectées entre, d'une part, les différents niveaux du curriculum et entre formes et fonctions, d'autre part. Ces cohérences et incohérences sont de deux types :

→ **Internes** : c'est-à-dire détectées au sein du même niveau du curriculum

- Exemple d'incohérence interne : l'enseignement expérimental de la digestion se trouve continuellement valorisé par les programmes officiels tunisiens. Cependant, ces programmes n'indiquent aucune forme d'évaluation de cet enseignement. La discordance constatée entre la valorisation des pratiques expérimentales et l'absence quasi totale de toute forme d'évaluation de ces pratiques induit une certaine incohérence interne au sein des programmes officiels analysés.
- Exemple de cohérence interne : les guides méthodologiques comme les manuels scolaires proposent une diversité de pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, d'où une certaine cohérence interne au sein du curriculum potentiel.

→ **Externes** : c'est-à-dire détectées entre les différents curriculums

- Exemple d'incohérence externe : Bien que les documents écrits (programmes officiels, manuels scolaires et guides méthodologiques) de notre corpus soient édités par la même administration, à savoir la direction des programmes du ministère de l'éducation, ces textes présentent certaines incohérences externes quant aux formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion. Le curriculum potentiel propose, par exemple, différentes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. Alors que le curriculum prescrit ne propose que la digestion expérimentale de l'amidon (9^{ème} année de base) et/ou de l'ovalbumine (3^{ème} année secondaire).
- Exemple de cohérence externe : l'enseignement expérimental de la digestion se trouve valorisé dans les trois niveaux du curriculum tunisien. En effet, ce sont des pratiques expérimentales sur la digestion qui

introduisent l'enseignement de ce phénomène dans les curriculums prescrit, potentiel et réel, et ce pour la 9^{ème} année de base ainsi que la 3^{ème} année secondaire.

Par ailleurs, dans la présente recherche, nous avons retenu le schéma de Lebeaume (1999) comme cadre théorique permettant d'analyser les corrélations entre les formes que les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, prennent et les fonctions qu'elles remplissent. L'application de ce schéma permet de révéler :

- Une certaine cohérence entre les formes et les fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, d'une part, l'analyse chimique *In vitro* présente la forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion et d'autre part, les notions visées par cet enseignement relèvent de l'aspect biochimique dont le niveau de formulation change en passant du collège au lycée pour devenir de plus en plus moléculaire (diastase, enzyme, simplification moléculaire).
- D'une part, les fonctions notionnelles s'avèrent les plus détectées au sein du curriculum tunisien. Et d'autre part, ces pratiques semblent s'inscrire réellement dans un mode d'élaboration théorique. Ce qui induit une certaine concordance entre formes et fonctions des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion.
- Cependant, plusieurs fonctions potentielles se trouvent envisageables en gardant les mêmes pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion. En effet, des fonctions, éducatives, pédagogiques et de scientificité peuvent être valorisées.

3. En ce qui concerne la progressivité de l'enseignement expérimental de la digestion tout au long du cursus scolaire tunisien : collège, lycée et faculté :

L'analyse des formes et fonctions de l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien, et tout au long du cursus scolaire, nous a permis également d'analyser la progressivité de cet enseignement en passant du collège à la faculté via le lycée. Nous avons ainsi remarqué que :

- En passant du collège vers le lycée, l'enseignement expérimental de la digestion ne subit pas de lourdes métamorphoses. En effet, la forme de cet enseignement n'a pas connu de réelles évolutions et réorganisations en passant de l'enseignement de base à l'enseignement secondaire : l'analyse chimique *In vitro* traduite par des pratiques expérimentales sur l'hydrolyse de l'amidon et/ou de l'ovalbumine, reste dominante.
- Cependant, de légères variations ont été détectées. Ces dernières sont liées essentiellement aux notions visées par l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, nous avons remarqué que ces notions changent de niveau de formulation en passant du collège au secondaire pour devenir de plus en plus biochimiques voir moléculaires (diastase, simplification moléculaire, etc.)
- En passant du lycée vers la faculté, nous avons remarqué une certaine évolution au sein de l'enseignement expérimental de la digestion. En effet, en passant au supérieur, les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion s'inscrivent dans le cadre de travaux pratiques avec des manipulations plus élaborées. Ces travaux pratiques semblent offrir aux étudiants un espace où ils manipulent, interprètent les résultats, concluent, rédigent les comptes rendu avec une certaine liberté et autonomie.

Ainsi, au sein du curriculum tunisien, l'analyse chimique *In vitro* présente la forme dominante de l'enseignement expérimental de la digestion en Tunisie. Alors que les fonctions notionnelles semblent être les plus visées de cet enseignement. Ces conclusions nous ont mené à nous interroger quant aux conceptions sur le vivant que l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il est pratiqué au sein du curriculum tunisien, permet de nourrir chez les apprenants tunisiens et leurs enseignants.

D. Les principaux résultats concernant les conceptions sur le vivant des apprenants tunisiens et de leurs enseignants dans l'enseignement expérimental de la digestion :

L'analyse des conceptions des apprenants tunisiens ainsi que de leurs enseignants, dans l'enseignement expérimental de la digestion, nous a permis d'avancer les conclusions suivantes :

- L'enseignement expérimental de la digestion permet de nourrir, chez ces sujets, différentes conceptions du vivant. Dans le cadre de notre échantillon d'étude, trois conceptions du vivant ont été détectées : analytique, analytique-biochimique et analytique-totalisante.
- La conception analytique et analytique–biochimique du vivant s'avèrent être les plus caractérisées chez les sujets interrogés. Ceci peut être expliqué par le fait que l'enseignement expérimental de la digestion est centré, au sein du curriculum tunisien, sur des pratiques analytiques et chimiques. De telles pratiques semblent renforcer une conception analytique (voir biochimique) du vivant.
- La conception analytique-biochimique du vivant devient de plus en plus importante en passant du collège vers la faculté. Ceci peut être expliqué par le fait que le niveau de formulation de la digestion devient de plus en plus axé sur la digestion chimique et moléculaire en avançant dans le cursus scolaire tunisien.
- La conception analytique-totalisante s'avère la conception la moins détectée, dans le cadre de notre échantillon d'étude. En effet, seuls deux étudiants sur l'ensemble des sujets interrogés développent cette conception du vivant. Ceci peut être expliqué par la dominance des pratiques analytiques qui laissent passer sous silence les spécificités du matériel biologique et les précautions que cela induit au niveau de l'approche expérimentale sur le vivant. De telles pratiques dévalorisent l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro et contribuent ainsi à renforcer une conception analytique voir biochimique du vivant chez ces sujets.

Ainsi, l'enseignement expérimental de la digestion, tel qu'il est pratiqué au sein du curriculum tunisien, propose essentiellement une approche analytique et chimique du vivant. Cette dernière réduit l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro à certains aspects physico-chimiques. Cette articulation reste ainsi dévalorisée ne permettant pas de comprendre les spécificités du vivant et les précautions que cela induit au niveau des pratiques expérimentales en biologie. Les pratiques expérimentales scolaires restent ainsi loin d'aider les apprenants à comprendre le vivant dans toutes ses dimensions. Elles renforcent ainsi une conception analytique voir biochimique du vivant.

E. Propositions concernant l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien :

Compte tenu des résultats de notre travail, il nous serait possible d'envisager de tester certaines propositions, sous une perspective curriculaire, pour l'enseignement expérimental de la digestion en Tunisie. Via, ces propositions, nous cherchons à gérer les différentes lacunes détectées dans cet enseignement et, par conséquent, à améliorer et à faire évoluer ces pratiques expérimentales au sein du curriculum tunisien.

1. Confronter les apprenants à différentes situations de pratiques expérimentales :

Notre réflexion épistémologique s'est portée prioritairement sur l'analyse de Fourez (1988), dans son livre "la construction des sciences", concernant les manières diverses qu'utilisent les scientifiques pour résoudre les questions auxquelles ils sont confrontés. Faire référence à ces pratiques scientifiques variées signifie d'abord, pour nous, que l'objectif de l'enseignement des sciences naturelles est de mettre en place différentes situations didactiques qui offrent aux élèves, comme aux scientifiques, l'occasion de s'approcher de la démarche scientifique. Il convient, par conséquent, à l'heure actuelle de dépasser le modèle bernardien qui est la représentation dominante de l'enseignement expérimental de la digestion, au sein du curriculum tunisien, donnant une vision linéaire des sciences. Il s'agit d'admettre que

l'élève puisse avoir plusieurs visions de la science. Pour cela, il nous semble prioritaire de confronter les élèves à diverses situations de pratiques expérimentales sur la digestion. Cependant, nous sommes conscients que la référence aux pratiques expérimentales des chercheurs dans leur laboratoire peut s'avérer difficile puisqu'il existe un grand écart entre ce qui se pratique dans les laboratoires et ce qui se fait dans la classe. Mais Darley (1996), a essayé de transposer les pratiques expérimentales des chercheurs dans un T.P de DEUG sur le potentiel d'action. Dans cette transposition ce chercheur a tenu compte de plusieurs facteurs. Ce qui témoigne que la transposition des pratiques des chercheurs en classe n'est pas facile et qu'elle n'est pas, non plus, impossible. D'autres formes scolaires de pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion pourraient ainsi être envisageables au sein du curriculum tunisien :

➤ **Analyse de textes historiques :**

Nous avons remarqué, suite à l'analyse épistémologique et historique du phénomène de la digestion, l'importance de l'expérimental dans la compréhension de ce phénomène. L'analyse des pratiques expérimentales historiques permet de valoriser l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro et d'analyser les spécificités du vivant. Cependant, une telle analyse suppose que les enseignants disposent d'une certaine formation en épistémologie et histoire de la biologie. Une telle formation permet, en effet, aux enseignants, d'avoir des repères et des références quant à l'origine de la production du savoir scientifique et de pouvoir par conséquent, imaginer, innover et créer un enseignement expérimental ayant comme point de départ des problèmes inspirés de l'histoire de sciences.

➤ **Pratiques expérimentales conçues autour de résolution de problème :**

D'après l'étude que nous avons menées, nous avons remarqué que, dans la plupart des cas, les apprenants ne sont que des exécuteurs de tâches dans le cadre d'une manipulation sur la digestion dont le problème et le protocole expérimental sont donnés par l'enseignant. Par conséquent, il paraît primordial d'impliquer ces apprenants et de les placer au cœur de véritables activités expérimentales liées à la digestion et ayant pour but de résoudre des questions de biologie. Donc, au lieu, de fournir aux élèves les questions et les problèmes, il serait mieux de les initier à une

approche expérimentale centrée sur la phase de problématisation de la digestion autour du lien entre aliments et nutriments.

2. Inclure des formes d'évaluations des pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion :

Une idée largement répandue et partagée dans le domaine des sciences de l'éducation est que la valorisation d'objet d'enseignement passe inévitablement par son évaluation. En effet, plusieurs recherches ont montré que les élèves ont tendance, généralement, à prendre plus au sérieux ce qui est susceptible d'être "noté". Pour l'enseignant, également, l'acte d'évaluer fait partie intégrante de l'acte « enseigner », ainsi, il accorde plus d'intérêt aux thèmes qui sont évalués au détriment des activités qui ne le sont pas ?

Nous nous demandons ainsi pourquoi l'enseignement expérimental de la digestion, au collège et au lycée tunisiens, fait exception à la règle ? Pourquoi, en faculté, accorde-t-on aux TP de physiologie animale le tiers du coefficient du cours ? Est-ce que de telles pratiques ne contribuent-elles pas à dévaloriser l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien ?

Nous pensons ainsi que pour réaffirmer l'importance de ces activités expérimentales il faut mettre en place un système d'évaluation de ces activités. Il paraît donc, indispensable que le curriculum prenne réellement en charge des compétences développées au cours de l'enseignement expérimental de la digestion, notamment au niveau des évaluations, des certifications et des examens.

Il nous paraît, enfin, important de signaler, que ces propositions ne présentent pas une recette à appliquer et elles n'ont nullement la prétention de provoquer des modifications immédiates dans l'enseignement expérimental de la digestion. Il s'agit plutôt, de nouvelles références à étudier et à tester au sein du curriculum tunisien pour évaluer ses apports et son efficacité pour un enseignement expérimental de la digestion qui est censé remplir outre les fonctions notionnelles, des fonctions pédagogiques, scientifiques et éducatives

F. Limites de notre recherche :

Comme toute autre recherche, notre travail présente des limites qui nous paraissent importantes à signaler :

- Il est important de souligner, au début, que notre recherche n'est nullement une étude statistique portant sur un échantillon représentatif d'élèves, d'étudiants et d'enseignants. Il s'agit plutôt d'une étude de cas. En effet, c'est surtout l'aspect qualitatif qui est visé et non l'aspect quantitatif. Il s'agit d'une recherche essentiellement descriptive. Elle "a pour objet de décrire des faits, des objets et des événements, en utilisant différents outils de collecte de données (questionnaire, entretien, observations de séquences d'enseignement expérimental, etc.). Toutefois, elle a, en plus, une visée complémentaire de «comprendre et d'expliquer" (Astolfi, 1993) .
- Notre recherche n'a pas abordé le "curriculum caché", caractérisé par Perrenoud (1993), qui présente également un aspect du curriculum et qui sera important à analyser.
- Les curriculums que nous avons analysés sont des productions d'acteurs (commissions de programmes, concepteurs de manuels scolaires, enseignants, inspecteurs). Seuls les enseignants sont concernés par notre recherche. Nous n'avons pas étendu nos analyses aux acteurs des curriculums prescrit et potentiel. Et ce, pour des raisons diverses dont la principale est que ce volet peut présenter en lui-même une autre problématique d'étude qui peut être complémentaire à la notre, soit : l'impact des conceptions des auteurs relatives à l'éducation biologique, dans l'élaboration et la mise en place des curriculums de l'enseignement de la biologie.
- Nous sommes également conscients que nous avons réduit le curriculum potentiel à l'analyse des manuels scolaires, fascicules de travaux pratiques et documents méthodologiques. En effet, il nous a été difficile de nous procurer d'autres documents, tel que les fiches des inspecteurs, leurs rapports, les fiches des enseignants, etc.

Au terme de ce travail, nous avons ainsi le sentiment très vif de ne pas avoir épuisé le sujet, si bien que de nombreuses questions restent posées autour des pratiques expérimentales sur la digestion. En effet,

- ➔ Un écart indiscutable a été détecté entre les pratiques des scientifiques et ce qui se passe réellement dans l'enseignement expérimental de la digestion. Plusieurs questions se posent alors :
 - ✓ Quelles formations peuvent être actuellement envisagées pour les enseignants de biologie, avec la mise en place de pratiques expérimentales visant, d'avantage, à intégrer une démarche scientifique partant d'un véritable questionnement plutôt qu'à donner des "recettes manipulatoires".
 - ✓ Comment imaginer une intégration de telles pratiques dans l'enseignement de la digestion avec une meilleure prise en compte du vivant ?

- ➔ Nous pensons également que, pour réaffirmer l'importance des pratiques expérimentales dans l'enseignement de la digestion, il faudrait mettre en place un système d'évaluation de ces activités. Mais comment instaurer ce système d'évaluation ? C'est-à-dire comment évaluer la capacité d'un élève à formuler des hypothèses, à argumenter ses points de vue, à interpréter ses résultats ? Il n'est pas si facile qu'on imagine d'évaluer l'enseignement expérimental de la digestion au sein du curriculum tunisien. Il s'agit là d'un problème de taille où plusieurs recherches et investigations didactiques sont à mener.

- ➔ Il serait également intéressant d'analyser les formes et les fonctions qu'accordent les concepteurs de programmes officiels et les auteurs de manuels scolaires et de guides méthodologiques aux pratiques expérimentales scolaires, alors que la grande majorité d'entre eux n'ont pas eu de formation en didactique et/ou en épistémologie et histoire des sciences. Une telle analyse contribuerait à expliciter ces formes et ces fonctions et à éviter les interprétations individuelles plus ou moins subjectives.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

Revues :

- ASTOLFI, J.P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *In Revue française de pédagogie* n°103 ; pp5-18.
- BASTIDE, G. (1962). L'expérience morale. *Revue de synthèse* n°29 – 31 ; pp307–320. Paris, Albin Michel.
- BEAUFILS, D & SALAME, N. (1989). Quelles activités expérimentales avec des ordinateurs dans l'enseignement des sciences ? *Aster* n°8 ; pp 55-80. Paris, INRP.
- BECCHI, E. (1994). Le curriculum. D'un point de vue didactique a une perspective historique. *Histoire de l'éducation* N°61 ; pp61-71. Paris, INRP.
- BOMCHIL, S & DARLEY, B. (1998). L'enseignement des sciences expérimentales est-il vraiment inductiviste ? *Aster* n° 26 ; pp85-108.
- CANTOR, M. (1996). Réhabilitation de la diversité et besoin d'unité : les spécificités de la biologie et de son enseignement. *Trema* n°9 ; pp55-64. IUFM de Montpellier.
- CLEMENT, P. (1991). Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster* n°13 ; pp133-153. Paris, INRP.
- COQUIDE, M & al. (1999). " Résistance du réel " dans les pratiques expérimentales. *Aster* n °28 ; pp57-78. Paris, INRP.
- COQUIDE, M & VANDER BORGHT, C. (1998). Des recherches en didactiques de la biologie : finalités, problématiques, concepts et productions. *Aster* n°27 ; pp95-124. Paris, INRP.
- COQUIDE, M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *Aster* n °26 ; pp109-132. Paris, INRP.
- COQUIDE, M. (1999). Pratiques expérimentales et perspectives curriculaires en biologie. *Actes des premières rencontres scientifiques de l'ARDIST* ; pp 178-183. ENS de Cachan.

- COQUIDE, M. (2002). Les enjeux éducatifs d'un rapport expérimental au vivant. *Bulletin de l'APBG N°1*.
- DARLEY, B. (1996). Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un T.P de biologie en DEUG 2^{ème} année. *Didaskalia* n°9 ; pp31-56.
- DONNELLEY, J.F. (1998). The place of laboratory in secondary science teaching. *I.J.S.E*, vol 20 ; pp585-596.
- FLAGEUL, R & COQUIDE, M. (1999). Conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école élémentaire. *Aster* n°28 ; pp33-25. Paris, INRP.
- FONTENAY, de E. (1991). La bête est sans raison. *Alliage*, 7-8, pp13-24.
- GALIANA, D. (1999). Les pratiques expérimentales dans les manuels scolaires des lycées. *Aster* n°28 ; pp9-32. Paris, INRP.
- GAYON, J. (1993). La biologie entre loi et histoire. *Philosophie* n° 38 ; pp 30-57. Paris, Editions de minuit.
- GIL-PEREZ, D. (1993). Apprendre les sciences par une démarche de recherche scientifique. *Aster* n°17 ; pp41-64. Paris, INRP.
- GINSBURGER-VOGEL, Y & ASTOLFI, J. P. (1987). Sur la lecture des manuels de biologie. *Aster* n°4 ; p33 – 64. Paris, INRP.
- GOHAU, G. (1992). Esprit déductif versus esprit inductif. *Aster* n°14 ; pp9-19. Paris, INRP.
- HODSON. (1988). Toward a philosophically more valid science curriculum : *Science Education* 72 (1) ; Willey & Sons ; New York ; pp19-40.
- HOST, V. (1991). Les paradigmes organisateurs de l'enseignement de la biologie. *Cahiers pédagogiques* n° 298 ; pp28-32.
- JOHSUA, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *Aster* n°8 ; pp 29-54. Paris, INRP.
- MARTINAND, J. L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques des disciplines. Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle. *CERSE* n°1-2; pp13-35. Caen.
- MARTINAND, J. L. (1996). Introduction à la modélisation. In *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques*. ENS de Cachan.
- NOTT, M & WELLINGTON, J. (1996). When the black box springs open : practical work in schools and the nature of science. *I.J.S.E*, vol 7 ; pp807-818.

- NOTT, M. (1997). Keeping scientist in their place. *school science review* n°78 ; pp49-60.
- ORANGE, C. (1998). “Réel de terrain”, “réel de laboratoire” et construction de problèmes en biologie - géologie. Rapport final de la recherche coopérative IUFM Caen et Nantes/INRP, coordonnée par C, Larcher. *L'expérimental dans la classe*. Document interne. Paris, INRP.
- ORLANDI, E. (1991). Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. *Aster* n°13 ; pp111-132. Paris, INRP.
- RERAT, A. (1985). La physiologie de la digestion. In *Recherche* n° 164, Mars, pp 308-317.
- SAUVAGEOT, M. (1991a). La digestion au collège : transformation physique ou chimique ? *Aster* n°13 ; pp92-110.
- SCHNEEBERGER, P et RODRIGUEZ, R. (1999). Les lycéens face à une investigation à caractère expérimental : exemple en classe de première S. *Aster* n°29 ; pp 79-106. Paris, INRP.
- SERE, M. G & BENEY, M. (1997). Le fonctionnement intellectuel d'étudiants pendant la pratique expérimentale – Observations de séances non préparées de travaux pratiques de DEUG scientifiques. In *Didaskalia* n°11 ; pp73-100.
- SIMON. H.A. (1962). The architecture of complexity. *Proc. Amer. Phil.Soc.* 106 : 467-482
- TAMBOURIN, P. (1992). Réflexions sur l'expérimentation animale. *Bulletin A.P.B.G* n°3 ; pp 555-559.
- WHITE, R. (1996). The link between the laboratory and learning. *I.J.S.E*, vol 18 ; n°7 ; pp761-774.

Habilitation à Diriger des Recherches, Thèses et DEA :

- BRUNET, P. (1996). *Le statut de l'expérimental dans l'enseignement de la biologie*. Mémoire de DEA. ENS de Cachan.
- COQUIDE, M. (2000). *Le rapport à l'expérimental*. Habilitation à Diriger des Recherches. ENS de Cachan.
- DARLEY, B. (1992). *L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux pratiques de biologie à l'université. Analyse et propositions*. Thèse de doctorat. Université Grenoble 1.

- DESBEAUX-SALVIAT, B. (1997). *Un modèle biologique, le cycle de Krebs : découverte, diffusion, enseignement à l'université et au lycée*. Thèse de doctorat : Université Paris-Sud.
- GALIANA, D. (1999). *Problèmes didactiques posés par l'enseignement expérimental de la biologie dans les classes scientifiques des lycées. Cas de la photosynthèse*. Thèse de doctorat. Université Paris - sud.
- GUILLON, A. (1996). *Etude épistémologique et didactique de l'activité expérimentale en vue de l'enseignement et de l'apprentissage des démarches du physicien, dans le cadre des travaux pratiques de 1^{ère} et de 2^{ème} année d'université*. Thèse de doctorat. Université Paris -Sud.
- LEBEAUME, J. (1999). *Perspectives curriculaires en éducation technologique*. Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris Sud.
- LIKA, I. (1999). *La place des activités pratiques dans l'enseignement de la biologie au lycée. Interviews de trois enseignants*. Mémoire de DEA. ENS de Cachan.
- SAUVAGEOT, M. (1991b). *Problèmes posés par l'enseignement des concepts d'alimentation et de nutrition au collège*. Thèse en Didactique de la biologie. Université de Paris VII.
- VIALLE, B. (1998). *Etude des conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. Analyse de trois cas de la biologie des levures en option sciences expérimentales, en classe de première S*. Mémoire de DEA. ENS de Cachan.

Ouvrages :

- ASTOLFI, J. P & al (1984). *Expérimenter : sur le chemin de l'explication scientifique*. Toulouse, Privat.
- ASTOLFI, J. P & DEVELAY, M. (1989). *La didactique des sciences*. Que sais-je. Paris, PUF.
- BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin.
- BAJA, R. (1996). *La méthode biologique*. Paris, Masson.
- BARDIN, L. (1996). *L'analyse de contenu*. Paris, PUF.
- BERNARD, C. (1856). *Leçons de physiologie expérimentale appliquées à la médecine*. Paris, Librairie de l'Académie Impériale de Médecine.

- BERNARD, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (réédition 1984). Paris, Flammarion.
- BLANCHE, R. (1975). *L'induction scientifique et les lois naturelles*. Paris, PUF.
- CANGUILHEM, G. (1983). *Etude d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris, Vrin.
- CANGUILHEM, G. (1965). *La connaissance de la vie*. Paris, Editions Vrin.
- CHABCHOUB, A. (2002). *Manuel de pédagogie universitaire*. Tunis, Publications de l'ATED
- CHALMERS, A. (1976). *Qu'est-ce que la science ?* Paris, La Découverte.
- CHEVALLIER, F. (1984). *Systèmes et modèles. Une introduction à la méthode des indicateurs*. Paris : Editions du CNRS, pp 18-19.
- De LANDSHEERE, V. (1992). *L'éducation et la formation*. Paris, PUF.
- DUPOUEY, P. (1990). *Epistémologie de la biologie*. Paris, Nathan.
- FOUREZ, G. (1988). *La construction des sciences*. Bruxelles, De Boeck Université.
- GIORDAN, A & De VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- GIORDAN, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris, le Centurion.
- GIORDAN, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris, Belin.
- GRAWITZ, M. (1993). *Méthodes des sciences sociales*. Paris, Editions Dalloz.
- GREMEK, M. (1997). *L'expérimentation sur le vivant dans l'antiquité*. Paris, les empêcheurs de penser en rond.
- HUOT, R. (1992). *La pratique de recherche en Sciences Humaines. Méthodes, Outils, Techniques*. Gaëten Morin éditeur.
- ISAMBERT-JAMATI, V. (1990). *Les savoirs scolaires. Enjeux sociaux des contenus d'enseignement et de leurs réformes*. Paris, Editions Universitaires.
- JACOB, F. (1970). *La logique du vivant*. Paris, Galimard.
- KHUN, T. (1989). *Structure des révolutions scientifiques*. Paris, Flammarion.
- LEGAY, J.M. (1997). *L'expérience et le modèle. Un discours sur la méthode*. Paris, INRA éditions.
- MAYR, E. (1989). *Histoire de la biologie : diversité, évolution et hérédité*. Tome I et Tome II. Fayard, Paris.

- ORANGE, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris, PUF.
- PERRENOUD, P. (1993). Curriculum : le réel, le formel, le caché. In HOUSSAYE, J (dir). *La pédagogie une encyclopédie pour aujourd'hui* ; pp61-76. Paris, ESF.
- PERRENOUD, P. (1997). *Construire des compétences dès l'école*. Paris, ESF Editeur Collection Pratiques et Enjeux pédagogiques.
- SALOMON-BAYET, C. (1978). *Institution de la science et l'expérience du vivant*. Paris, Flammarion.
- THEODORIDES, J. (2000). *Histoire de la Biologie*. Que sais-je ? Paris, PUF.

Sites Internet :

- « la main à la pâte ». [http : //www.inrp.fr/lamap/](http://www.inrp.fr/lamap/)

Dictionnaires :

- *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, (2000). Paris, Nathan.