



HAL
open science

Dispositif didactique pour l'enseignement de l'évolution du vivant - débat en classe pour l'enseignement de la théorie de l'évolution du vivant en Tunisie.

Saïda Aroua

► To cite this version:

Saïda Aroua. Dispositif didactique pour l'enseignement de l'évolution du vivant - débat en classe pour l'enseignement de la théorie de l'évolution du vivant en Tunisie.. Education. École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan; ISEFC de Tunis, 2006. Français. NNT: . tel-00160674

HAL Id: tel-00160674

<https://theses.hal.science/tel-00160674>

Submitted on 6 Jul 2007

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.

Année 2006

THÈSE DE DOCTORAT

présentée par **Saïda AROUA**

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'ENS DE CACHAN ET DE L'ISEFC DE TUNIS

en Sciences de l'Éducation, option Didactique de la biologie

**Dispositif didactique pour
l'enseignement de l'évolution du vivant**
*Débat en classe pour l'enseignement
de la théorie de l'évolution du vivant en Tunisie*

Volume I

Codirecteurs : Pr. Maryline COQUIDE /Pr. Salem ABBES

Thèse présentée et soutenue publiquement à Cachan le 4 décembre 2006

Devant le jury composé de :

Professeur Jean-Pierre ASTOLFI, Université de Rouen

Professeur Om Kalthoum BEN HASSINE, Faculté des sciences de Tunis

Professeur Maryline COQUIDE, UMR STEF, ENS de Cachan-INRP

Professeur Salem ABBES, ISEFC de Tunis

Rapporteur

Rapporteur

Directrice de la thèse

Directeur de la thèse

A la mémoire de Slah

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement les deux directeurs de thèse, Madame Le Professeur Maryline COQUIDE et Monsieur Le Professeur Salem ABBES qui ont accepté aimablement la co-direction de ce travail. Nos discussions ont permis des régulations et un enrichissement incontestable de ce travail. Veuillez trouvez ici l'expression de ma reconnaissance et ma haute considération.

Ma gratitude et ma respectueuse reconnaissance s'adressent à Monsieur Le Professeur Jean-Pierre ASTOLFI et à Madame Le Professeur Om Kalthoum BEN HASSINE qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir accepter, bien aimablement, d'évaluer ce travail de recherche.

Je n'omettrais pas de remercier Monsieur le Professeur Nourreddine SASSI qui a accompagné les premiers pas de ce travail.

Mes remerciements les plus vifs et les plus sincères vont aux élèves du sous-groupe classe :

Asma, Kheiriddine (Kheiri), Nouha, Manel, Abdessalem (Abdou), Inès, Abir, Najla, Zeineb, Imen, Olfa, Rahma, Sana, Mohamed Amine, Soumaya, Chaïma, Dorsaf et Sawsen,

Vous m'avez offert avec beaucoup de générosité, de sérieux et de spontanéité, des moments précieux pendant votre année d'examen du baccalauréat, grâce à vous tous, j'ai pu accomplir une recherche de faisabilité, je vous en suis très reconnaissante.

Je vous remercie, également, pour m'avoir permis d'utiliser vos prénoms respectifs. La contribution de Najla, Chaïma, Abdou, Abir, Sawsen et Nouha, à la transcription et aux petites traductions de l'arabe au français m'a été d'une aide des plus précieuses.

J'exprime mes remerciements les plus chaleureux aux collègues et amis qui ont aidé à la réalisation de l'étude empirique.

Messieurs et Mesdames :

Adel BOUAZIZ, Ahmed KARMOUS, Abderazek BACCOUCHE, Rim LARIBI, LEILA KHANFIR, Om Kalthoum BEN HASSINE, Fouzia CHARFI, Atf AZOUNA, Saïd NOUIRA, Patricia AISSA, Fékri KAMMOUN, Med Essaïgher ACHOURI et Nourreddine DRIRA.

Je remercie les collègues de l'UMR STEF de Cachan-INRP.

Messieurs et Mesdames :

Jean Louis MARTINAND, Brigitte PETERFALVI, Guy RUMELHARD et Corinne FORTIN qui m'ont offert, généreusement, des moments très précieux de discussion et d'échanges.

Sylvie ZUCHA, Joël LEBEAUME, Philippe VARRIN, François-Marie BLONDEL et Jean LAMOURE pour leur disponibilité.

Je ne me permettrais pas d'oublier tous les didacticiens biologistes membres du groupe de réflexion « Evolutions des sciences, de la santé et enjeux de formation » dirigé par Maryline COQUIDE pour leurs critiques constructives.

Messieurs et Mesdames : Stéphane TIRARD, Laurence SIMONNEAUX, Jean-Marie BOILEVIN, Med Kameleddine GAHA, Marie-Louisa SCHUBAUER-LEONI, Monique GOFFARD, Christian ORANGE, Philippe BRIAUD, Andrée DUMAS-CARRE, François-Marie BLONDEL, Zakia HAJJAR, Meyssa BEN SAAD, Saloua KHATTECH, Fatma SAID, Dawser ZINEDDINE, Ikram CHEIKHOUROU, Med Salah (FSB), Hella (FST), Najiba (FSS) trouveront l'expression de mes remerciements les plus sincères pour m'avoir aidé généreusement à l'acquisition d'une documentation très enrichissante.

De l'ISEFC, je tiens à remercier Monsieur Le Professeur Med Kameleddine Gaha, Directeur de l'ISEFC pour son aide et ses encouragements et Nabila pour sa disponibilité.

J'adresse un remerciement tout particulier au jeune Tarek BEN MENA qui m'a secouru, sans hésitation, ni limites, avec son précieux savoir informatique.

A mes amis : Asma, Salem, Faouzi, Hamida, Samir, Ahmed, Abdelwahed, et Sabiha je dis simplement merci, vous avez été présents à mes moments difficiles.

A toute ma famille, ma mère : Fattouma, mes sœurs : Mounira, Hayet, et Fatma, mes frères : slah, parti avant de voir le fruit de ses encouragements, Tarek et Kahled, mes nièces Emna, Rim, Leïla, Amel, mon neveu Haythem, mes beaux-frères Hassen et Youssef, merci de vos encouragements, de votre aide, de votre soutien et surtout de votre patience.

« La science ne saurait se substituer à la religion quand il s'agit du sens de la vie humaine et du salut des âmes, contrairement à ce que prétend un certain scientisme évolutionniste, qui défend une conception matérialiste réductrice de la personne humaine. Pas plus que la religion ne saurait se substituer à la science ni la subordonner à ses propres vérités quand il s'agit de produire des connaissances nouvelles ! »

Dominique Lecourt, La Recherche, n°396 avril 2006, p35.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	13
PREMIÈRE PARTIE	
CONSTATS, INTERROGATIONS ET PROJET DE RECHERCHE	17
I. DES RECHERCHES SUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION DU VIVANT	
19	
1. DEUX PRINCIPALES ORIENTATIONS DE RECHERCHE	19
<i>1.1. Diagnostiquer des difficultés et des obstacles</i>	<i>19</i>
<i>1.2. Analyser et concevoir des propositions de remédiation.....</i>	<i>20</i>
2. RECHERCHE EN TUNISIE : UNE PRÉCARITE DU STATUT SCIENTIFIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION.....	22
3. CONCLUSION : DES RÉFLEXIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES AU SECOURS DU STATUT SCIENTIFIQUE FRAGILISÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION	22
II. L'ÉVOLUTION DU VIVANT :INTERROGATIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES	
23	
1. L'ÉVOLUTION DU VIVANT :	
UN FAIT BIOLOGIQUE, PLUSIEURS THÉORIES EXPLICATIVES	23
<i>1.1. Un fait.....</i>	<i>23</i>
<i>1.2. Plusieurs théories explicatives.....</i>	<i>24</i>
2. DES OBSTACLES À SURMONTER POUR PENSER L'ÉVOLUTION DU VIVANT.....	24
<i>2.1. Plusieurs obstacles à surmonter</i>	<i>24</i>
<i>2.2. Deux obstacles importants pour acquérir le statut de science historique.....</i>	<i>25</i>
2.2.1. Se démarquer de toute explication métaphysique.....	25
2.2.2. Développer une méthodologie d'enquête au sein de la communauté scientifique	38
3. CONCLUSION : UNE SCIENCE HISTORIQUE, UNE DÉMARCHE D'ENQUÊTE	40
III. L'EVOLUTION DU VIVANT DANS LE CONTEXTE TUNISIEN	
CONCORDISTE : ENTENTE ENTRE RELIGION ET SCIENCE.....	40

IV. L'ENSEIGNEMENT DE L'EVOLUTION DU VIVANT EN TUNISIE	44
1. L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION DU VIVANT AU SECONDAIRE	45
1.1. <i>Eléments historiques (1959-2006)</i>.....	45
1.2. <i>Les contenus de l'enseignement de l'évolution</i>.....	46
1.2.1. Les contenus conceptuels de l'évolution.....	46
1.2.2. La démarche de l'enquête dans les programmes de 1998	46
2. L'ENSEIGNEMENT DE L'EVOLUTION DU VIVANT A L'UNIVERSITE	48
2.1. <i>Eléments historiques (1960-2006)</i>.....	48
2.2. <i>Les contenus des enseignements spécifiés de l'évolution</i>.....	49
2.2.1. Enseignement spécifié intégré à un autre module.....	49
2.2.2. Enseignement spécifié en module autonome.....	49
2.2.3. La démarche de l'enquête dans les enseignements spécifiés de l'évolution	51
2.3. <i>La perspective évolutionniste dans les contenus d'enseignements des sciences de la vie</i>	52
3. CONCLUSION : INITIATION À LA DÉMARCHE DE L'ENQUÊTE OCCULTÉE DANS LES PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION	53
V. LE PROJET DE RECHERCHE : UNE RECHERCHE DANS UNE PERSPECTIVE CURRICULAIRE	55
1. PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE.....	55
2. UNE RECHERCHE PROSPECTIVE	56
DEUXIÈME PARTIE	
LE DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT	59
A. CONCEPTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT	61
I. UN DISPOSITIF DIDACTIQUE	61
1. UNE STRATÉGIE DIDACTIQUE DE TRAITEMENT DES OBSTACLES	62
2. UN TRAITEMENT DES OBSTACLES VISANT UN ACCOMPAGNEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE	62
II. AUTRES CADRES THEORIQUES RETENUS POUR LA CONCEPTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT.....	63
1. UN REGISTRE ÉPISTÉMOLOGIQUE	65
2. UN REGISTRE PSYCHOLOGIQUE	68

3. UN REGISTRE PÉDAGOGIQUE	69
4. INTÉGRATION DES CADRES COMMUNICATIONNEL INTERACTIF ET ÉPISTEMOLOGIQUE	72
5. CONCLUSION : INSTAURER DES DÉBATS DE CLASSE, SUSCITER LA RÉFLEXION DISTANCIÉE POUR CONSTRUIRE DES SAVOIRS DE L'ÉVOLUTION.....	74
III. CONSTRUCTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT	74
1. DYNAMIQUE INTERACTIONNELLE	75
2. ENJEUX DIDACTIQUES DES SÉQUENCES D'ENSEIGNEMENT	75
3. CHOIX DES OUTILS DIDACTIQUES ET RÉFÉRENTS EMPIRIQUES	79
4. CONCEPTION DES TÂCHES DES ÉLÈVES ET DES ACTIONS PRÉVUES DE L'ENSEIGNANT..	83
5. DÉROULEMENT PRÉVU DES SÉQUENCES D'ENSEIGNEMENT	85
6. ORGANISATION GÉNÉRALE DU DISPOSITIF	85
B. MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT ET SON ÉVALUATION.....	86
I. MISE EN ŒUVRE.....	86
1. DES ELEVES DE CLASSE TERMINALE SCIENCES EXPERIMENTALES.....	86
2. DES CONDITIONS DE CLASSE ORDINAIRE.....	86
II. ÉVALUATION PAR RAPPORT AUX CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE.....	87
C. ÉVALUATION INTERNE DU DISPOSITIF EN FONCTION DES CADRES THEORIQUES RETENUS.....	89
I. ANALYSES DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES VERBALES.....	89
1. RECUEIL DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES VERBALES	89
2. MÉTHODOLOGIES D'ANALYSE DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES VERBALES.....	90
II. EVALUATION DE LA DYNAMIQUE COMMUNICATIONNELLE	91
1. IMPLICATION ET ENGAGEMENT DANS LES ÉCHANGES COMMUNICATIFS	91
2. VARIATION DES THÈMES DANS LES ÉCHANGES INTERACTIFS	95
2.1. <i>Méthodologie de l'analyse macroscopique des interactions verbales.....</i>	<i>95</i>
2.2. <i>Des thèmes diversifiés.....</i>	<i>95</i>

3. DIVERSITÉ DES ACTIVITÉS EFFECTIVES ACCOMPLIES EN INTERACTIONS	
PAR LES ÉLÈVES	97
3.1. Méthodologie de l'analyse microscopique des interactions verbales	97
3.2. Des activités diversifiées	97
4. DES ACTIVITÉS LANGAGIÈRES ARGUMENTATIVES INDICATRICES DES RÉFÉRENCES	
ARGUMENTATIVES	103
4.1. Méthodologie d'analyse de l'activité langagière verbale argumentative	103
4.2. Références argumentatives des élèves	103
5. CONCLUSION : ENGAGEMENT COMMUNICATIF ET ACTIVITÉS LANGAGIÈRES	
DIVERSIFIÉES CHEZ LES ÉLÈVES	104
III. EVALUATION DU REGISTRE PEDAGOGIQUE	104
1. INTERVENTIONS DE L'ENSEIGNANT EN TUTELLE	107
2. INTERVENTIONS DE L'ENSEIGNANT EN MÉDIATION	107
3. CONCLUSION : MODE D'INTERVENTION DIVERSIFIÉ DE L'ENSEIGNANT, FAVORISANT	
UNE RÉFLEXION INTERACTIVE	112
IV. EVALUATION DES REFLEXIONS EPISTEMOLOGIQUES	
EN CONTEXTE INTERACTIONNEL	113
1. DISCOURS À DIFFÉRENTS NIVEAUX DE DISTANCIATION CHEZ LES ÉLÈVES	113
2. AIDE DE L'ENSEIGNANT À LA RÉFLEXION ÉPISTEMOLOGIQUE EN CONTEXTE	
INTERACTIONNEL	122
2.1. Méthodologie d'analyse de contenu des énoncés de l'enseignant	122
2.2. Incitation à un discours distancié	123
3. CONCLUSION : UNE DISPOSITION À LA RÉFLEXION ÉPISTEMOLOGIQUE	
CHEZ LES ÉLÈVES	132
V. ÉVALUATION DU TRAITEMENT D'OBSTACLES	132
1. CONCEPTIONS ET OBSTACLES DIAGNOSTIQUES	133
1.1. Une conception « composite » dominante	133
1.2. Manifestation ponctuelle d'une conception fixiste créationniste	136
1.3. Référentiels argumentatifs des élèves relatif à la diversité du vivant	137
1.4. Un obstacle général : « amalgame des référentiels argumentatifs », un obstacle	
sous-jacent : conception « composite »	137

2. DESTABILISATION DES OBSTACLES « AMALGAME DES RÉFÉRENTIELS ARGUMENTATIFS » ET CONCEPTION « COMPOSITE »	141
2.1. <i>Quatre tentatives prévues et maintenues</i>	141
2.2. <i>Conclusion : Prémises d'un changement épistémologique à partir de la deuxième tentative</i>	155
3. CONSTRUCTION ALTERNATIVE À LA CONCEPTION « COMPOSITE »	155
3.1. <i>Construction de savoirs de l'évolution</i>	155
3.2. <i>Mobilisation de réflexions épistémologiques antérieures</i>	156
4. IDENTIFICATION DES OBSTACLES « AMALGAME DES RÉFÉRENTIELS ARGUMENTATIFS » ET CONCEPTION « COMPOSITE » PAR LES ÉLÈVES	158
4.1. <i>Identification à des moments prévus dans le dispositif</i>	158
4.2. <i>Identification à des moments non prévus dans le dispositif</i>	160
5. IMPACT DU TRAITEMENT D'OBSTACLES CHEZ LES ÉLÈVES : UN CHANGEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE	161
VI. EVOLUTION DU REFERENTIEL ARGUMENTATIF ET REMISE EN QUESTION D'UNE CONCEPTION « COMPOSITE »	162
1. DES ÉVOLUTIONS DIFFÉRENTES	162
2. DES ÉVOLUTIONS INDIVIDUELLES DIFFÉRENTES	164
3. CONCLUSION : REMISE EN QUESTION D'UNE CONCEPTION « COMPOSITE » RELATIVE À LA DIVERSITÉ DU VIVANT	171
D. ÉVALUATION EXTERNE : EVALUATION DE L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT	171
I. METHODOLOGIE	171
1. RECUEIL DES DONNÉES	171
2. ANALYSE DES INTERACTIONS VERBALES	172
II. IMPACT DE L'ENSEMBLE DE L'INTERVENTION CHEZ LES ELEVES	172
1. INTERVIEWS EN PRE-ENSEIGNEMENT	172
1.1. <i>Analyse macroscopique</i>	172
1.2. <i>Analyse microscopique</i>	173
1.2.1. Référentiels argumentatifs.....	173

1.2.2. Conception « composite » relative à la diversité du vivant.....	175
1.2.3. Equivalence argumentative entre référentiels argumentatifs.....	177
1.3. Influence des interactions entre élèves	179
2. INTERVIEWS EN POST-ENSEIGNEMENT	180
2.1. Analyse macroscopique	180
2.2. Analyse microscopique	181
2.3. Conclusion : Plusieurs indicateurs d'un changement épistémologique	191
3. CHANGEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE CHEZ LES ÉLÈVES.....	191
3.1. Changement épistémologique en post-dispositif d'enseignement	191
3.2. Changement épistémologique et choix personnel.....	193
3.3. Conclusion : Evolution globale dans l'ensemble du sous-groupe classe	194
E. ANALYSE CRITIQUE DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT ET DISCUSSION PAR RAPPORT A DES POSSIBILITES DE GENERALISATION	197
I. MISE A L'ESSAI DE LA PROPOSITION INNOVANTE.....	197
1. CONCEPTION ET CONSTRUCTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT	197
2. MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF ET DEROULEMENT DE L'ENSEIGNEMENT	198
II. POSSIBILITES DE GENERALISATION.....	199
1. POSSIBILITÉS DE GÉNÉRALISATIONS TRIBUTAIRES DU CONTEXTE TUNISIEN.....	199
2. AUTRES POSSIBILITÉS DE GÉNÉRALISATION.....	199
DISCUSSION GÉNÉRALE, PERSPECTIVES ET CONCLUSION.....	201
I. DISCUSSION GÉNÉRALE	203
II. PERSPECTIVES.....	204
III. CONCLUSION	206
BIBLIOGRAPHIE	209

SOMMAIRE DES ANNEXES VOLUME II

Annexe 1 : Instructions officielles et programmes tunisiens.....	3
Annexe 1-1 : Extraits du Programmes Officiels de l'Enseignement Secondaire.....	5
Annexe 1-2 : Chapitre «Évolution biologique » du manuel scolaire- CNP.Édition 2000.	10
Annexe 2 : Analyse des programmes	26
Annexe 2-1 : Historique de l'enseignement de l'évolution du vivant dans l'enseignement tunisien de sciences naturelles au secondaire.....	29
Annexe 2-2 : Contenus conceptuels et méthodologiques relatifs à l'évolution dans le programme de sciences naturelles du secondaire de 1998	32
Annexe 2-3 : Les savoirs conceptuels de l'évolution du vivant dans le Projet de réforme des maîtrises de 1997.....	33
Annexe 2-4 : Méthodologie de validation relative à l'évolution du vivant dans le Projet de réforme des maîtrises de 1997.....	35
Annexe 2-5 : Perspective évolutionniste dans les enseignements des sciences de la vie du Projet de réforme des maîtrise de 1997	37
Annexe 3 : Interviews d'enseignants du supérieur.....	37
Annexe 3-1 : Questions de l'Interview d'enseignants du supérieur	39
Annexe 3-2 : Transcripts des interviews d'enseignants du supérieur	40
Annexe 3-3 : Analyse des interviews d'enseignants du supérieur.....	53
Annexe 4 : Construction du dispositif d'enseignement.....	57
Annexe 4-1 : Enjeux didactiques des séquences et sous-unités d'enseignement	58
Annexe 4-2 : Choix des outils didactiques	63
Annexe 4-3 : Fiches de travail	66
Annexe 4-4 : Actions prévues de l'enseignant	83
Annexe 4-5 : Déroulement prévu des séquences	86

Annexe 5 : Mise en œuvre du dispositif d’enseignement.....	101
Annexe 5-1 : Répartition horaire des séances d’enseignement	103
Annexe 5-2 : Composition des groupes d’élèves pour le travail en classe.....	103
Annexe 5-3 : Disposition dans la salle de classe	104
Annexe 6 : Transcripts des dialogues de classe	105
Annexe 6-1 : Désignations des dialogues de classe	106
Annexe 6-2 : Dialogues dans l’ensemble du sous-groupe classe (Sgc)	107
Annexe 6-3 : Dialogues dans les petits-groupes d’élèves (Pg).....	135
Annexe 7 : Dynamique interactionnelle des dialogues de classe.....	197
Annexe 7-1 : Thèmes repérés par sous-unité d’enseignement dans les dialogues du sous-groupe classe et des groupes élèves	198
Annexe 7-2 : Nombres des thèmes repérés par sous-unités d’enseignement	203
Annexe 7-3 : Organisation globale des épisodes thématiques des dialogues du sous-groupe classe : Entrée/thème/sortie	204
Annexe 7-4 : Occurrences des entrées et sorties des épisodes dans le sous-groupe classe par sous-unité d’enseignement	208
Annexe 8 : Analyse des dialogues de classe des élèves dans les petits groupes.....	209
Annexe 8-1 : Caractérisation des activités des élèves dans les groupes	210
Annexe 8-2 : Activités des élèves dans les groupes.....	214
Annexe 8-3 : Activités collectives dans l’interaction au sein des groupes.....	216
Annexe 8-4 : Activités argumentatives et caractérisation des références argumentatives	219
Annexe 8-5 : Caractérisation des référentiels relatifs à l’explication de la diversité du vivant dans les textes (Sous-unité1-2).....	282
Annexe 9 : Analyse des interventions de l’enseignant.....	283
Annexe 9-1 : Grille pour la caractérisation des énoncés de l’enseignant.....	285
Annexe 9-2 : Occurrences des catégories/énoncés de l’enseignant groupées par séquences	286

Annexe 10 : Interviews d'élèves	287
Annexe 10-1 : Questions de l'interview du pré-test.....	289
Annexe 10-2 : Composition des groupes de discussion au pré-test.....	289
Annexe 10-3 : Transcripts des interviews du pré-test.....	290
Annexe 10-4 : Questions de l'interview du post-test	295
Annexe 10-5 : Composition des groupes de discussion au post-test	295
Annexe 10-6 : Transcripts des interviews du post-test.....	296
Annexe 11 : Données quantitatives des interviews des élèves	307
Annexe 11-1 : Nombres et pourcentages des tours de parole à l'interview du pré-test.....	309
Annexe 11-2 : Nombres et pourcentages des tours de parole par élève à l'interview du pré-test.....	309
Annexe 11-3 : Nombres et pourcentages des tours et élèves à l'interview du post-test	310
Annexe 11-4 : Nombres et pourcentages des tours de parole par élève à l'interview du post-test	310
Annexe 12 : Analyse qualitative des interviews des élèves.....	311
Annexe 12-1 : Analyse thématiques des trois transcripts du pré-test	313
Annexe 12-2 : Caractérisation des conception et référentiels argumentatifs de l'explication de la diversité du vivant en pré- enseignement de l'évolution	314
Annexe 12-3 : Analyse thématiques des trois transcripts du post-test.....	317
Annexe 12-4 : Caractérisation des référentiels argumentatifs de l'explication de la diversité du vivant en post- enseignement de l'évolution.....	318

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Concepts biologiques et dépassement d'obstacles.....	25
Figure 2.	Historique de l'enseignement de l'évolution des vivants dans le secondaire en Tunisie	45
Figure 3.	Grille d'analyse : Méthodologie de validation relative à l'évolution du vivant	47
Figure 4.	Histoire chronologique de l'enseignement de l'évolution du vivant au supérieur en Tunisie.....	50
Figure 5.	Repérage de la perspective évolutionniste dans les enseignements des sciences de la vie.....	52
Figure 6.	Précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution en Tunisie	54
Figure 7.	Obstacles relatifs à l'explication de la diversité du vivant situé dans le contexte social et scolaire tunisien	64
Figure 8.	Un traitement d'obstacles qui vise un accompagnement épistémologique.....	66
Figure 9.	Les niveaux d'échanges interactifs	76
Figure 10.	Aires interactives : Alternance de mise en débat et d'apprentissage	76
Figure 11.	Les quatre temps du dispositif didactique	77
Figure 12.	Intrication des moments de traitement des obstacles	78
Figure 13.	Correspondance entre temps didactique et séquences et sous-unités d'enseignement	79
Figure 14.	Extrait de l'Annexe 4-1 : Enjeux didactiques des séquences d'enseignement.....	79
Figure 15.	Organisation générale du dispositif.....	84
Figure 16.	Ecarts par rapport au dispositif envisagé.....	88
Figure 17.	Thèmes en discussion dans les groupes	96
Figure 18.	Une tâche : plusieurs activités (Dessus, 2003)	104
Figure 19.	Grille d'analyse des interventions de l'enseignant en tutelle ou médiation	105
Figure 20.	Types et modalités d'interventions de l'enseignant sous le mode de la médiation.....	106
Figure 21.	Occurrences des énoncés de l'enseignant.....	131
Figure 22.	Diagnostic des conceptions et caractérisation des référentiels argumentatifs relatif à l'explication de la diversité du vivant (Sgc/su-i, épisodes 1-2,1-3).....	132
Figure 23.	Conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant	134
Figure 24.	Conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant	135

Figure 25. Conception et référentiels argumentatifs des élèves relatifs à la diversité du vivant diagnostiqués au début du dispositif d'enseignement (Sg/sui)	138
Figure 26. « Amalgame des référentiels argumentatifs ».....	138
Figure 27. Enchaînement des choix pédagogiques pour la déstabilisation des obstacles.....	140
Figure 28. Cas a 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs.....	141
Figure 29. Cas a 2 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène l'« évolution », deux référentiels argumentatifs.....	143
Figure 30. Cas a 3 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène l'« évolution », référentiel argumentatif non spécifié.....	144
Figure 31. Cas a 4 : Une explication fixiste créationniste, un référentiel argumentatif amalgamé.....	145
Figure 32. Cas b 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs	147
Figure 33. Cas b 2 : Une explication, un référentiel	147
Figure 34. Cas b 3 : Une explication, deux référentiels argumentatifs amalgamés.....	147
Figure 35. Cas b4 : Une explication, deux référentiels argumentatifs.....	148
Figure 36. Evolution du Trilobite, plus d'un modèle explicatif	154
Figure 37. Controverse à propos de l'évolution du Trilobite	154
Figure 38. Évolution des explications et référentiels argumentatifs de la diversité du vivant au cours du dispositif d'enseignement	165
Figure 39. Évolution individuelle de l'élève Kheiri	166
Figure 40. Évolution individuelle de l'élève Chaima	167
Figure 41. Évolution individuelle de l'élève Imen	168
Figure 42. Évolution individuelle de l'élève Doraf	169
Figure 43. Identification des obstacles à des moments différents du dispositif d'enseignement	170
Figure 44. Grille de caractérisation des référentiels argumentatifs en pré-enseignement ...	173
Figure 45. Grille de caractérisation des référentiels argumentatifs en pré-enseignement ...	174
Figure 46. Une conception « composite » et deux référentiels argumentatifs différents amalgamés.....	178
Figure 47. Amalgame des référentiels argumentatifs relatifs à l'explication de la diversité du vivant.....	179
Figure 48. Grille de caractérisation des référentiels argumentatifs en post-enseignement...	181
Figure 49. Evolution des élèves entre le pré- et le post-dispositif d'enseignement	215

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Pourcentages moyens tours de parole enseignant et élèves par sous-unité d'enseignement.....	92
Tableau 2. Pourcentages moyens tours de parole élève par sous-unité dans le sous-groupe classe.....	92
Tableau 3. Pourcentages moyens tours paroles par élève par groupe et par sous-unité.....	93
Tableau 4. Occurrences des entrées et sorties des épisodes thématiques dans le sous-groupe classe.....	107

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'enseignement de l'évolution paraît problématique non seulement pour des difficultés conceptuelles, mais également, à cause de son interférence avec les croyances religieuses. Selon Lecourt (1992, 2005) et Alexander (2004), un mouvement anti-évolutionniste a pris naissance aux États-Unis depuis les années 1920. Pour assurer son offensive et contester le darwinisme, Lecourt (2005) précise que ce mouvement a conçu une doctrine la « science de la création ». L'action de ce mouvement s'est amplifiée depuis qu'il intègre en son sein des scientifiques (Alexander, 2001), et qu'il s'est rallié à une autre doctrine : *l'intelligent design* ou « dessein intelligent » (Lecourt, 2006). L'intelligent design est une explication de l'évolution qui se rattache à la *Théologie naturelle* de Paley (1802). La diversité et la complexité du vivant ne peuvent être que l'idée d'un dessein intelligent, donc d'un Créateur. A son commencement le principal objectif d'action de ce mouvement était d'interdire l'enseignement de l'évolution dans les écoles publiques américaines. Actuellement, son objectif essentiel est d'introduire la « science de la création » comme matière à enseigner, avec une valeur scientifique équivalente au darwinisme. Ainsi, l'action du groupe tenant du « créationnisme scientifique » va jusqu'à intervenir directement au niveau des programmes scolaires¹. Un mouvement similaire est actuellement en action en Turquie, ce qui suscite l'inquiétude des scientifiques dans le sens où les manuels scolaires turcs mettent sur le même plan la théorie de l'évolution et les mythes religieux concernant la création du monde². Ce mouvement semble s'étendre au Pays-Bas, pays où la ministre de l'éducation entend lancer un débat entre les partisans du darwinisme et les partisans du « créationnisme scientifique » et du « dessein intelligent »³. En Italie, l'enseignement de l'évolution vient d'être totalement supprimé des programmes des collèges⁴, il en est de même au Liban dans les écoles

¹ LESNES, C. (2005, 26 mai). Inquiétante offensive des créationnistes américains. *Le Monde.fr*, pp21-27. Consulté le 12/06/2005 sur <http://www.lemonde.fr/web/article/0,1-0,36-643115,0.html>

² BARKAN, I. (2006, mars). Au nom du pluralisme, s'inquiète le rédacteur en chef du quotidien Radikal, les manuels scolaires turcs mettent sur le même plan la théorie de l'évolution et les mythes religieux concernant la création du monde. *Courrier international / Radikal*, consulté le 21/04/06 sur <http://www.turquieuropeenne.org/article1155.html>

³ STROOBANTS, J-P. (2005, 27 mai). La contestation du darwinisme gagne les Pays-Bas. *Le Monde.fr*. Consulté le 12/06/2005 sur <http://www.lemonde.fr/cgi-bin>

⁴ DUS, E., & REGGIO, M. (2004, 23 avril). Gli scienziati: "Non cancellate Darwin dalla scuola". *La Repubblica.it* consulté le 17 août 2005 sur <http://www.repubblica.it/2004/d/sezioni/cronaca/darwin/darwin/darwin.html>

publiques⁵. Il n'est pas du tout programmé dans de nombreux pays arabo-musulmans tels que l'Arabie Saoudite⁶ ou l'Irak⁷.

En Tunisie, le problème ne semble pas se manifester en termes d'offensive ou d'interdiction. L'enseignement de l'évolution a toujours existé au secondaire depuis la première réforme de l'enseignement en Tunisie, en 1959. Il apparaît néanmoins problématique, certes, parce que c'est un enseignement conceptuellement difficile, mais également par sa fragilité et son statut scientifique précaire. Chez les élèves tunisiens, les savoirs scientifiques de l'évolution du vivant interfèrent avec connaissances et croyances religieuses. On peut évoquer une influence des facteurs socio-culturels, en l'occurrence une pensée concordiste, on peut évoquer également une formation scientifique déficiente en évolution du vivant et qui reviendrait à l'enseignement scientifique tunisien.

Il y aurait besoin, pour aider au statut scientifique de l'évolution à tenir compte des raisons de cette fragilité lors de son enseignement.

Partant de cette motivation, notre projet de recherche pose la question suivante : serait-il possible de favoriser le statut scientifique de l'enseignement de l'évolution au secondaire en Tunisie ?

Ce projet se matérialise dans une proposition innovante d'enseignement de l'évolution qui tient compte de cette précarité actuelle du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution. Elle œuvre à un traitement d'obstacles à ce statut scientifique afin de le promouvoir.

Notre hypothèse est : l'intégration d'un accompagnement épistémologique à l'enseignement de l'évolution du vivant constituerait une occasion pour traiter des obstacles à la reconnaissance de critères de scientificité de l'évolution. L'accompagnement épistémologique aiderait à promouvoir le statut scientifique de l'évolution.

Dans ce sens, notre recherche se situe dans un cadre théorique de didactique curriculaire. C'est une proposition formelle, sous forme d'un dispositif d'enseignement de l'évolution du vivant en Tunisie. Elle fera l'objet d'une conception, d'une mise en œuvre à titre d'essai et d'une évaluation. La conception de ce dispositif se base sur une stratégie de traitement d'obstacles au statut scientifique de l'évolution du vivant en Tunisie.

⁵ Hajjar, Z., Communication personnelle, 17 août, 2005

⁶ Consulté le 17 août 2005 sur <http://www.daralnadwa.com/vb/showthread.php?t=131987>.

⁷ Le journal on line « صوت العراق ». (2004, 24 mars). عجائب مكتبة الإسكندرية. *صوت العراق* consulté le 17 août 2005 sur www.sotaliraq.com/irq/article_2004_03_24_3917.html

L'accompagnement épistémologique conçu pour la proposition innovante intègre la sollicitation de réflexions distanciées des élèves lors de l'enseignement. Ce sont des réflexions épistémologiques relatives aux critères de scientificité de l'évolution du vivant.

La conception de l'accompagnement épistémologique part de l'idée, émise par Stengers (1993), qu'une grande part de la légitimité scientifique de l'évolution du vivant, en tant que science historique, se retrouve dans les spécificités de la méthodologie des sciences historiques, à savoir la démarche de l'enquête.

Les réflexions épistémologiques des élèves sont suscitées par des mises en débat, en particulier relatives aux savoirs conceptuels de l'évolution du vivant et aux méthodologies scientifiques mises en œuvre dans la démarche d'enquête. Ces réflexions distanciées aideraient les élèves à comprendre le statut scientifique de l'évolution du vivant.

Ce travail comporte deux parties.

Dans une première partie, nous contextualisons notre problème afin de justifier notre projet de recherche par :

- une revue de questions des recherches sur l'enseignement de l'évolution, pour mieux cibler, celles réalisées en Tunisie ;
- un rappel des principales interrogations ayant permis de penser l'évolution du vivant, avec une centration sur les obstacles qui lui ont permis d'accéder au statut d'une science et au statut d'une science historique,
- une mise au point de la situation de l'évolution dans le contexte socio-culturel tunisien concordiste et celui de l'enseignement scientifique tunisien actuel au secondaire,
- une analyse des contenus de l'enseignement de l'évolution en Tunisie au secondaire et à l'université, pour cerner des raisons d'une déficience de formation scientifique en évolution du vivant chez les élèves du secondaire, et chez des étudiants futurs-enseignants et enseignant de SVT du secondaire.

Enfin, nous exposons notre projet de recherche accompagné de la méthodologie adoptée.

Dans la seconde partie, nous développons le projet de recherche avec les cadres théoriques qui ont fondé la conception, la construction et l'évaluation de la proposition innovante.

- La conception de la proposition innovante sous forme d'un dispositif d'enseignement, basé sur une stratégie de traitement d'obstacles au statut scientifique de l'évolution. Une stratégie qui vise un accompagnement épistémologique de construction de savoirs relatifs à l'évolution du vivant en contexte interactionnel.
- La construction du dispositif d'enseignement en fonction des cadres théoriques choisis.

- La mise en œuvre du dispositif d'enseignement et son évaluation.
- Une évaluation du dispositif en tant que dispositif d'enseignement est réalisée, grâce à l'analyse des dialogues de classe, en fonction des différents cadres théoriques de conception et de construction du dispositif.
- Une évaluation externe de l'innovation proposée est faite grâce à l'analyse comparative d'interviews d'élèves en pré et post-enseignement, afin d'analyser l'impact de la proposition innovante en termes de changement épistémologique chez les élèves. Le changement épistémologique constituerait un indicateur de déstabilisation et d'identification d'obstacles au statut scientifique de l'évolution.
- L'analyse critique du dispositif d'enseignement dégagera les avantages et les limites de la proposition innovante par rapport à une possibilité de généralisation.

Enfin, nous procédons à une discussion générale, pour cerner les apports et dégager les limites de la recherche.

La conclusion résume nos principaux résultats de recherche, notamment les apports d'un accompagnement épistémologique dans l'enseignement de l'évolution pour la compréhension du statut scientifique de l'évolution du vivant par les élèves et nous avançons deux types de perspectives : avec des visées d'intervention et avec des visées de recherche.

PREMIÈRE PARTIE
CONSTATS, INTERROGATIONS
ET PROJET DE RECHERCHE

Pour avancer les motivations de notre projet et situer notre recherche, nous abordons les différentes questions traitées dans les recherches sur l'enseignement de l'évolution du vivant. Ensuite, par quelques interrogations épistémologiques, nous tentons de clarifier le statut scientifique de l'évolution du vivant. Enfin nous contextualisons l'enseignement de l'évolution en Tunisie pour retrouver l'influence des facteurs socio-culturels et la précarité de son statut scientifique.

A partir de cet état des lieux, nous expliciterons la problématique et la méthodologie de la recherche.

I. DES RECHERCHES SUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION DU VIVANT

1. DEUX PRINCIPALES ORIENTATIONS DE RECHERCHE

Les recherches menées sur l'enseignement de l'évolution du vivant se sont essentiellement attelées à diagnostiquer les contraintes, les difficultés et les obstacles qui pèsent sur cet enseignement et à proposer des idées pour des applications en classe afin de remédier à certains de ces problèmes.

1.1. Diagnostiquer des difficultés et des obstacles

Ce premier type de recherches relatives à l'enseignement de l'évolution du vivant attribue les difficultés d'appropriation du concept de l'évolution du vivant à des difficultés que nous pourrions classer en trois catégories.

- **Des difficultés conceptuelles**

Les recherches ont repéré des difficultés de conceptualisation de la dynamique du modèle évolutif et des mécanismes évolutifs chez les élèves (Hallden, 1988 ; Bishop & Anderson, 1990 ; Fortin, 1993 ; Bizzo, 1994 ; Trowbridge & Wandersee, 1994 ; Settlage, 1994 ; Ferrari & Chi, 1998 ; Thomas, 2000). Un manque de maîtrise de certains concepts tels certains concepts de génétique (Hallden, 1988), les concepts "temps" (Fortin, 1990 ; INRP, 1991) et "espèce" (Van Praet, 1989 ; INRP, 1991). C.Fortin (1993) a repéré quatre conceptions de l'évolution chez des lycéens français, « évolutionniste », « transmutationniste », « non-évolutionniste » et « anti-évolutionniste » et une conception positiviste des curriculums relatifs à l'enseignement de l'évolution.

Les élèves éprouvent des difficultés à entrer dans un processus de démarche scientifique lorsqu'ils s'approprient l'évolution (Aroua, 2003). Des enseignants et futurs enseignants ne semblent pas maîtriser la démarche de validation de la science de l'évolution du fait qu'ils conçoivent la démarche expérimentale comme la seule démarche reconnue valide en sciences (Aroua et *al.*, 2005). Les élèves rejettent la théorie de l'évolution en référence à leurs connaissances sur la nature de la science, mais ces connaissances ne correspondent pas à la nature réelle de la science et en particulier aux aspects méthodologiques (Dagher & Boujaoude, 2005).

- **Des analyses de contenus de programmes ou de manuels.**

Lacombe (1987) avait repéré un manque de perspective évolutionniste dans la conception des programmes français de l'époque. Des travaux d'analyse des manuels scolaires ont ensuite montré un traitement superficiel des idées clés de l'évolution du vivant (Jiménez Aleixandre, 1994), une préparation précédant l'enseignement de l'évolution insuffisante (Jeffery, 1994), et l'existence de présupposés qui posent le problème de l'épistémologie implicite véhiculée par les manuels (Mathy, 1997).

- **Des difficultés liées aux facteurs culturels, socioculturels ou multiculturels**

L'engagement religieux peut constituer un sérieux obstacle à un changement conceptuel lors d'un enseignement de l'évolution biologique (Lawson & Worsnop, 1992), ou bien interférer avec le discours scientifique (Jackson & *al.*, 1995 ; Roth & *al.* 1997). D'autres recherches ont montré que des apprenants tunisiens entretiennent des rapports différents au modèle évolutif (Chabchoub, 2001 ; Hrairi & Coquidé, 2002), leurs rapports sont conjoncturels et ils confondent les référentiels scientifique et non scientifique (Aroua & *al.*, 2001). Le discours scientifique des élèves est fortement dépendant du contexte culturel et religieux, ils rejettent la théorie de l'évolution sur des bases religieuses (Dagher & Boujaoude, 1997).

1.2. Analyser et concevoir des propositions de remédiation

Le deuxième type de recherches, conséquent de ces difficultés d'apprentissage de l'évolution du vivant, analyse des propositions de remédiation et de mise en application en classe. Jensen et Finley (1995) ont ainsi évalué une proposition qui vise un changement conceptuel. La thèse défendue est un enseignement consistant à reprendre les étapes de développement de la théorie de l'évolution. Pour Demastes et *al.* (1995), il serait possible d'engendrer un changement conceptuel chez les élèves lors de l'enseignement de l'évolution, si l'on tient compte non seulement des facteurs cognitifs mais également d'autres facteurs tels que les

facteurs motivationnels et affectifs. Ingram et Nelson (2006), de leur côté, ont montré qu'un enseignement prolongé semestriel de l'évolution a favorisé la compréhension de la théorie de l'évolution et des phénomènes évolutifs par les étudiants. Mais une attitude d'acceptation ou de refus de l'évolution n'influence pas la compréhension de la théorie ; ainsi des étudiants qui refusaient l'évolution ont néanmoins compris la théorie et réussi leur évaluation.

Passmore et Stewart (2002) ont mis à l'essai une proposition où les élèves sont impliqués dans un travail d'investigation qui consistait à comparer différents modèles évolutifs pour une meilleure conceptualisation du modèle de la sélection naturelle. Dans un contexte analogue et aux Pays-Bas, Geraedts et Boersma (2006) ont constaté des conceptions lamarckienne chez les élèves. Au lieu d'agir en vue de rechercher un changement conceptuel chez les élèves, ils ont mis à l'essai un enseignement, où, les élèves sont conduits à redécouvrir le concept de sélection naturelle, en répondant à une série de questions liées à la théorie darwinienne. Ils constatent une nette régression des conceptions lamarckiennes au profit de conceptions darwiniennes ou néodarwiniennes.

Dans plusieurs travaux (Smith, 1994 ; Cobern, 1994), les chercheurs ont proposé d'introduire dans l'enseignement de l'évolution des réflexions épistémologiques concernant des caractéristiques de la science et des méthodologies de la science.

Selon Scharmann et Harris (1992), le fait d'inclure des réflexions épistémologiques relatives aux caractéristiques de la science dans une formation d'enseignants en exercice a permis à ces derniers d'éprouver moins d'anxiété à enseigner l'évolution. Zuzovsky (1994) avance un modèle pédagogique d'enseignement à des étudiants futurs enseignants de sciences. Ce modèle développe plusieurs approches afin de favoriser le développement du raisonnement et des conceptions des futurs enseignants concernant l'évolution du vivant. Il incite au travail de groupe, avec des échanges interactifs. Duvén et Solomon (1994) ont, de leur côté construit un jeu de rôle qui comporte une réflexion interactive entre les élèves à propos des caractéristiques de la science et du débat sur l'évolution. Rudolph et Stewart (1998) ont exploré une piste qui intègre une réflexion épistémologique centrée sur la controverse entre métaphysique et science, les différents aspects de la science et les différentes méthodologies scientifiques, en particulier, celle utilisée en évolution du vivant. Pour Sandoval et Morrison (2003), l'introduction d'un discours de classe dans l'enseignement de la théorie de l'évolution et celle de la sélection naturelle, à propos de la conception de la science et de l'expérience, permet de mettre en pratique un travail investigatoire pour arriver à un changement épistémologique. Mais Crawford et *al.* (2005) constatent une difficulté chez les enseignants à

transposer le contenu d'une réforme pédagogique visant à enseigner aux élèves selon le fonctionnement des scientifiques. Cette difficulté est d'autant plus importante que les enseignants ne maîtrisent pas bien le fonctionnement scientifique. A l'aide de moyens informatiques interactifs, ils montrent que, lors de l'enseignement de l'évolution, des interactions avec un logiciel permettant des réflexions métacognitives sont en mesure d'aider les enseignants à maîtriser les méthodes des scientifiques pour en faire profiter leurs élèves.

2. RECHERCHE EN TUNISIE : UNE PRÉCARITÉ DU STATUT SCIENTIFIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION

Des recherches en didactique, menées en post-enseignement de l'évolution du vivant entre 2000 et 2002 (Chabchoub, 2001 ; Aroua & *al.*, 2001, 2002 ; Hrairi & Coquidé, 2002), ont révélé qu'en conséquence de l'influence des facteurs socio-culturels, les élèves ont des rapports différents et conjoncturels à l'évolution, et ont pointé des difficultés et des obstacles. L'enseignement de l'évolution s'en retrouve fragilisé avec un statut scientifique précaire. Un déficit d'engagement scientifique, aussi bien des enseignants de SVT que des élèves, semble constituer, également, un facteur explicatif à cette précarité. En effet, les élèves manifestent des difficultés à entrer dans un processus de démarche scientifique lors de leur apprentissage de l'évolution, principalement avec la démarche de l'enquête (Aroua, 2003). Des difficultés analogues sont retrouvées chez des étudiants, des capésiens et des enseignants de SVT (Aroua *et al.*, 2005).

3. CONCLUSION : DES RÉFLEXIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES AU SECOURS DU STATUT SCIENTIFIQUE FRAGILISÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION

Des recherches sur l'enseignement de l'évolution ont montré que la compréhension du concept de l'évolution paraît conceptuellement difficile malgré l'absence éventuelle de difficulté apparente manifestée par les élèves (Astolfi, 1996).

D'autres recherches ont montré que l'enseignement de l'évolution du vivant constitue un thème problématique et polémique de l'enseignement de la biologie car il continue à faire partie du contestable, par suite, de son interférence avec les croyances religieuses des apprenants. Ceci aurait comme conséquence directe une fragilité de son statut scientifique. Pour contenir certaines difficultés de l'enseignement de l'évolution liées à la fragilité de son statut scientifique, des recherches en didactique ont montré l'éventualité d'intégrer à

l'enseignement de l'évolution des réflexions épistémologiques sur les caractéristiques et les démarches de la science et de l'évolution du vivant.

II. L'ÉVOLUTION DU VIVANT : INTERROGATIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES

La littérature sur le thème de l'évolution du vivant est foisonnante. Elle est aussi étendue que diversifiée. Cette partie, loin de prétendre à l'exhaustivité, est un ensemble d'interrogations épistémologiques pour clarifier le statut scientifique de l'évolution.

1. L'ÉVOLUTION DU VIVANT : UN FAIT BIOLOGIQUE, PLUSIEURS THÉORIES EXPLICATIVES

L'évolution du vivant est un savoir qui fait partie intégrante de la biologie. En raison de son épaisseur historique, il s'inscrit dans la perspective évolutionniste de la biologie.

1.1. Un fait

Jacob, dans son livre *La logique du vivant* (1970) et Mayr, dans *Histoire de la biologie* (1982), montrent que le vivant possède une histoire. Le vivant s'est modifié au cours de cette histoire et l'état actuel du monde se justifie par l'évolution.

Il semble évident et bien admis actuellement que l'apport de l'évolution du vivant à la biologie fonctionnaliste est appréciable. Toute structure ou fonction du vivant peut être mieux comprise, si elle est étudiée dans une perspective évolutionniste (De Ricqlès, *Encyclopedea Universalis* 10). Ceci s'accorde avec la nouvelle approche de la biologie, en termes de causes proximales (immédiates) et de causes ultimes (lointaines) (Jacob, 1970 ; Mayr, 1982). Un biologiste qui s'intéresse aux causes immédiates ou fonctionnelles doit, également, prendre en compte que la fonction qu'il étudie est le résultat des causes lointaines qui ont été à son origine. Les causes lointaines sont responsables des changements ayant touché aux programmes génétiques au cours des processus évolutifs. Comme l'argumente Mayr (1997) :

« Il est presque toujours possible de trouver à la fois une cause immédiate et une cause lointaine pour expliquer un phénomène biologique donné » (p : 80).

En effet, Jacob (1970) et Mayr (1998) expliquent que le vivant se caractérise par une sorte de dualisme matériel. Les organismes vivants possèdent à la fois un phénotype et un génotype.

Le génotype est un programme issu de l'histoire de l'organisme. Alors que le phénotype se plie à l'analyse fonctionnelle, le génotype requiert une analyse évolutionniste. Dans cette perspective, l'organisme est aussi considéré comme l'un des éléments d'un système d'ordre supérieur l'espèce, la population, etc. Ainsi, la recherche des traces de l'émergence des formes et l'analyse de la structure du monde vivant sont faites dans un contexte historique.

1.2. Plusieurs théories explicatives

Le fait général de l'évolution s'intègre dans une théorie : la théorie de l'évolution. David et Samadi (2000) précisent que c'est une théorie dichotomique. Elle possède un versant historique, correspondant aux faits de l'évolution, et un versant explicatif, correspondant aux modèles explicatifs des modalités de l'évolution.

Selon Mayr (1998), tous les biologistes s'accordent devant le fait de l'évolution, considéré comme une réalité mais ils divergent lorsqu'il s'agit d'expliquer les mécanismes de cette évolution (Jacob, 1981 ; Gayon, 1992). Plusieurs théories explicatives, alternatives ou successives ont été élaborées : lamarckisme, darwinisme, mutationnisme, néodarwinisme, néolamarckisme, la synthèse, le neutralisme, le ponctualisme...etc.

2. DES OBSTACLES À SURMONTER POUR PENSER L'ÉVOLUTION DU VIVANT

Plusieurs obstacles ont dû être surmonté pour qu'il soit possible de penser l'évolution du vivant dans la communauté scientifique, aussi bien biologiste que non biologiste.

2.1. Plusieurs obstacles à surmonter

Jacob (1970) et Canguilhem (1974) ont évoqué les différents obstacles épistémologiques qu'il a été nécessaire de surmonter, historiquement, et les concepts biologiques indispensables pour qu'une théorie de l'évolution soit envisageable en biologie telles la continuité du vivant, la permanence de l'espèce, la métamorphose etc.

Astolfi (1996)⁸ avance un tableau synthétique, adapté de *La logique du vivant* de Jacob (1970). Il regroupe les différents obstacles qu'il a fallu dépasser historiquement pour penser différents concepts biologiques et l'évolution du vivant (cf. Figure 1, empruntée à Demounen et Astolfi, 1996).

⁸ Demounen, R. & Astolfi, J.-P. (1996) *Didactique des sciences de la vie et de la terre* . Paris : Nathan

Quel niveau d'organisation du vivant ?	Quel obstacle a dû être surmonté ?	Quel concept biologique en résulte ?	Disciplines biologiques correspondantes
L'ensemble du monde vivant	Continuum ininterrompu des vivants (Echelle des êtres, licorne et « métamorphoses »)	La permanence des espèces et leur classification	Taxonomie
L'organisme	« panoplie » d'organes sans lien fonctionnels, disposés pour la protection des organes essentiels	Les plans d'organisation du vivant	Anatomie comparée
La substance vivante	Continuité de la fibre et du tissu	Les cellules et leur organisation « discrète » en tissus	Cytologie Histologie
Les générations successives	Préfiguration dans l'œuf d'un organisme préformé, se développant par accroissement homothétique	Le développement embryonnaire et la différenciation cellulaire	Embryologie
Evolution L'histoire biologique devient pensable			

Figure 1. Concepts biologiques et dépassement d'obstacles

2.2. Deux obstacles importants pour acquérir le statut de science historique

Deux autres obstacles de taille sont à surmonter pour que la théorie de l'évolution puisse se constituer en tant que théorie scientifique : d'une part, s'imposer une autonomie vis-à-vis de toute référence métaphysique afin de se constituer une référence scientifique (Grimoult, 2000) et d'autre part, s'imposer en tant que science historique ayant une méthodologie particulière (Stengers, 1993).

2.2.1. Se démarquer de toute explication métaphysique

a. Un statut de théorie scientifique à partir du XIX^e siècle

Nous intégrons une double perspective historique. La première perspective se centre sur la période médiévale chez les savants arabes et la contribution de ceux à la construction, non pas de la théorie de l'évolution en tant que telle, mais aux idées de gradation, de parenté, de complexification et de transformation dans le vivant. La deuxième perspective aspire à montrer que les idées « transformistes » ou « évolutionnistes », initialement très marquées par la référence au surnaturel, au métaphysique se sont construites peu à peu un référentiel empirique et se sont inscrites dans un cadre théorique scientifique : une théorie de l'évolution.

L'histoire du vivant est une question qui a préoccupé depuis toujours l'homme. D'après Mayr (1982), les philosophes grecs non scientifiques aux XI-IX^e siècles avant J-C seraient les premiers à avoir rejeté le surnaturel pour octroyer une explication «naturelle», matérielle et rationnelle du monde qui invoque des forces et des matériaux tels la chaleur, le soleil, l'eau et la terre. Théodoridès (1992), dans son *Histoire de la biologie*, rappelle qu'Anaximandre (VII-VI^e siècle av J-C) serait l'un des précurseurs du transformisme pour avoir affirmé entre autre : « *L'homme a dû naître d'animaux d'autres espèces* ». Dans l'*Histoire de la biologie*, Mayr (1989) présente Aristote (IV^e siècle av. J-C), en naturaliste et fin observateur ayant repéré des ressemblances entre animaux et végétaux. Il a émis l'idée d'une continuité entre le monde non matériel et le monde matériel avec une gradation dans le monde vivant : « *La Scala naturae* » mais, il concevait que les espèces étaient bien définies, fixes et invariables. Malgré, cette conception statique du monde vivant, Aristote semblerait avoir jeté les bases méthodologiques d'une biologie évolutionniste, à savoir que l'évolution est inférée à partir de preuves indirectes. Dans le monde occidental, l'idée d'évolution aurait été évacuée pendant longtemps, jusqu'au XVII^e siècle. A cette époque, il y régnait une interprétation statique du monde vivant, les vivants étant la résultante d'une création (Mayr, 1982).

- **L'époque médiévale arabo-musulmane**

D'autres auteurs, historien de la biologie (De Wit, 1989) ou biologiste (Azouna, 1999), relatent que plusieurs penseurs arabes médiévaux ont contribué à l'évolution de la biologie, tels que El Jahidh, Ikhwan Essafaa, El Bayrouni, Miskawaih, etc. Ces penseurs arabes ont émis des idées de ressemblance, de parenté entre les vivants, d'une gradation dans la chaîne des vivants et de transformation au sein des vivants.

El Jahidh, dans son livre كتاب الحيوان (*Le livre de l'animal*) (IX^e siècle), en fin observateur de la nature, a procédé à des descriptions simples et à des descriptions comparatives de certains vivants, comme celles (bien osées à l'époque) entre le singe et l'homme et d'en conclure à un lien de parenté et d'une filiation :

"... ترى ذلك في طرفه(القرد) وتغميض عينه و في ضحكته و في حكايته و في كفه و في أصابعه وفي رفعها ووضعها وكيف يتناول بهاو وكيف يجهز اللقمة إلى فيه كيف يكسر الجوز ويستخرج لبه و ليس يصير القرد بذلك المقدار من المقاربة إلى أن يخرج من بعض حدود القروود إلى حدود الإنسان."

EL JAHIDH. كتاب الحيوان (775-868) الجاحظ (*Le livre de l'animal*) (Ed.1969) . p. 156

Traduction

« ...la ressemblance (entre le singe et l'homme) se voit au niveau des yeux (singe), du clignotement des yeux, du rire, ..., cela se voit, également, dans les mouvements de la paume et des doigts de la main, il les utilise pour manger et pour préparer les bouchées qu'il ramène à la bouche, aussi, dans sa façon de casser la noix pour en extraire le contenu. Ainsi on pourrait considérer une parenté qui laisserait penser à une tendance chez les singes à quitter le groupe des singes pour se retrouver dans celui des hommes. »

EL JAHIDH. كتاب الحيوان (775-868) الجاحظ (*Le livre de l'animal*) (Ed.1969) . p. 156

Cependant, cette tendance à l'interprétation empirique chez El Jahidh, basée sur l'utilisation des sens, l'expérience quotidienne, la manipulation (dissection, ablation des organes.), le raisonnement, et le questionnement, revient en définitive à une argumentation théologique tirée du Coran, El Hadith et Essonâa comme le rappelle Toukane (1984).

Entre le X-XI^e siècle, Ikhwan Essafaa, un groupe de penseurs arabes caractérisé par une ouverture d'esprit exceptionnelle et osée, relativement à l'esprit de l'époque, a tenté de réussir une concordance entre la philosophie grecque et la théologie islamique. Inspiré des idées grecques, il reconnaissait l'existence d'une chaîne des êtres allant des minéraux, aux plantes, aux animaux, ensuite à l'homme pour en arriver aux anges (VIII^e épître). Grâce à l'observation, voire même à une forme d'observation comparative, il a procédé à des descriptions morphologiques, anatomiques et même embryologiques de différentes catégories d'animaux et de végétaux. En recherchant les causes des différences entre les vivants, Ikhwan Essafaa ont émis certaines interprétations panglossiennes⁹ mais, en général, les argumentations sont théologiques et finalement, la conception est plutôt fixiste. Les vivants dans leur diversité et leur gradation sont la résultante de la volonté et de la sagesse divine qui a échelonné leurs créations selon les besoins des uns et des autres. Selon De Witt (1989) et El Boustani (dans la préface à l'édition des *Lettres d'Ikhwan Essafaa* de 1999), l'argumentation biologique d'Ikhwan Essafaa n'est qu'un mélange de philosophie, de sciences, d'histoire mais aussi de magie et d'astrologie.

Le penseur arabe Ibn Khaldoun dans المقدمة 'Prolégomènes' (1375-1379) reconnaît une gradation allant des minéraux, aux végétaux, aux animaux pour finir avec l'homme. Il serait

⁹ Un exemple d'interprétation panglossienne : les grandes oreilles de l'éléphant ont été créées pour chasser les puces et les mouches : "وكبر إذنيه ليذب البق والذباب عن ما في عينيه وفمه....". (Ikhwan Essafaa, réed. 1999, Tome 2, p. 210).

le premier penseur arabo-musulman à avoir émis l'idée d'une transformation chez les vivants. Elle serait à l'origine de la diversité des vivants.

Il affirme, en particulier, que le monde des vivants est conçu suivant une gradation que les vivants sont susceptibles de se transformer les uns en les autres et que le monde animal s'est agrandi et s'est diversifié pour en arriver à l'homme situé, au dernier niveau de la gradation :

"... انا نشاهد هذا العالم بما فيه من المخلوقات كلها على هيئة من الترتيب والإحكام, و ربط الأسباب بالمسببات, واتصال الأكوان بالأكوان, واستحالة بعض الموجودات إلى بعض"

"... ثم انظر إلى عالم التكوين كيف ابتدأ من المعادن ثم النبات ثم الحيوان على هيئة بديعة من التدرج آخر أفق المعادن متّصل بأول أفق النبات مثل الحشائش و ما لا بذر له و آخر أفق النبات مثل النخل و الكرم متّصل بأول أفق الحيوان مثل الحلزون و الصدف و لم يوجد لهما إلا قوّة اللمس فقط. و معنى الاتّصال في هذه المكونات أنّ آخر أفق منها مستعدّ بالاستعداد الغريب¹⁰ لان يصير أول أفق الذي بعده. واتّسع عالم الحيوان وتعدّدت أنواعه, وانتهى في تدرج التكوين إلى الإنسان صاحب الفكر و الرويّة ترتفع إليه من عالم القدرة¹¹ الذي اجتمع فيه الحس والإدراك و لم ينته إلى الروية و الفكر بالفعل وكان ذلك أول أفق من الإنسان بعده."

IBN KHADOUN. ابن خلدون (1993), Al moukadima (Prolégomènes) المقدمة (1375-1379). p.136-137.

Traduction

« En pensant lier causes et effets, un lien entre les différents mondes et aussi la transformation de certains êtres en d'autres, ... »

« Si nous regardons ce monde avec tout ce qu'il comporte comme créatures, nous y voyons un ordre et une gradation... et puis observe ce monde d'organisation, comment il a débuté des minéraux en passant au végétaux ensuite aux animaux dans une extraordinaire gradation harmonieuse. Le dernier maillon des minéraux est directement lié au premier maillon des végétaux, comme les herbes et ceux qui n'ont pas de graines, aussi, le dernier maillon constitué par le palmier et le figuier est en lien avec le premier maillon des animaux constitué par les escargots et les coquillages qui n'ont que le toucher pour seul sens. Le lien entre ces différents organismes signifie que le dernier maillon des uns présente une aptitude étrange à constituer le premier maillon des suivants. Le règne animal s'est agrandi et ses espèces se sont diversifiées. Au cours de sa gradation, il a abouti à l'homme ayant à la fois l'esprit et la raison. L'homme,

¹⁰ كذا بالأصل, و في بعض النسخ : القريب. و لا معنى لكلا اللفظتين هنا. وربما كانت محرّفة عن كلمة غريزي.

¹¹ كذا بالأصل في جميع النسخ, و في نسخة لجنة البيان العربي : القردة. وهي منسجمة مع سياق معنى العبارة هنا.

constitue ainsi, le maillon qui suit directement celui des singes, dotés de la sensation et de la perception, mais pas, de l'esprit et de la raison. »

IBN KHADOUN, 1993, Al moukadima (1375-1379).p.137.

Par ailleurs, Ibn Khaldoun serait pionnier dans la mise en place de la méthode historique. Il usait du principe de causalité, en reliant « cause » et « effet », et il avait appliqué le principe de la comparaison et de l'analogie entre les événements passés et actuels. Sa méthodologie de recherche est indépendante de la référence à la théologie tant que le but n'est pas atteint. Mais, comme le dit Toukane (1983), une fois arrivé à son but, il revient, toujours, vers la référence à la théologie.

Toutefois, ce type d'argumentation ne semble pas apparaître lorsqu'il a traité de la diversité du vivant. Son argumentation relevait du simple raisonnement et de la simple observation. Ainsi, il admettait la présence d'une force non matérielle qui gérait le monde matériel. Les vivants possèdent une entité spirituelle distincte de leur organisme qui est l' « âme ». L'âme est sous la dépendance de forces supérieures matérialisées dans les « Anges » :

"ثم إننا نجد في العوالم على اختلافها آثارا متنوعة : ففي عالم الحس آثار من (حركة) الأفلاك و العناصر ، و في عالم التكوين آثار من حركة النمو والإدراك ، تشهد كلها بان لها مؤثرا مباينا للأجسام، فهو روحاني و(متصل) بالمكونات لوجود اتصال (هذه العوامل) في وجودها، وذلك هو النفس المدركة والمحركة . و لا بد فوقها من (موجود) آخر يعطيها قوى الإدراك والحركة ويتصل بها أيضا، وتكون (ذواته) إدراكا صرفا وتعقلا محضا وهو عالم الملائكة."

IBN KHADOUN. المقدمة (1375-1379). p.137. ابن خلدون (1993), Al moukadima

Traduction :

Nous trouvons dans ses mondes diversifiés différentes traces : dans le monde de la perception les traces du mouvement des astres, et dans le monde des organismes des traces de la croissance et de la sensation qui indiquent qu'elles sont influencés par un **élément distinct des corps**. C'est un élément **spirituel**... c'est **l'âme** sensible et mobile. L'âme est dépendante de forces supérieures avec lesquelles elle communique...et qui ne sont autre que les **anges**.

IBN KHADOUN. المقدمة (1375-1379). p.137. ابن خلدون (1993), Al moukadima

Selon Talbi (1973), ces idées ne seraient pas l'invention d'Ibn Khaldoun. Elles s'intègrent dans une « théorie de l'évolutionnisme universel et intégral » qui fait partie d'un courant de pensée musulman qui va d'El Jahidh (VIII-IX^e siècle) jusqu'à Mohamed Ikbél (XIX-XX^e siècle) :

« La pensée musulmane se caractérise en effet par le souci constant de situer l'homme dans le Cosmos. ...Quelle que fût la voie choisie, celle de la spéculation pythagoricienne (Ikhwan Essafa), celle de l'observation et de l'expérimentation (El Bayrouni), ou celle du conceptualisme (Ibnou Sina : Avicenne), le but visé par tous ces penseurs fut toujours de retrouver 'l'unité de tout ce qui existe' et de suivre depuis Dieu jusqu'au monde sublunaire, la chaîne continue des êtres, afin de mieux intégrer l'homme dans l'ordre cosmologique né de la création. Cette tradition et ce souci peuvent être observé chez d'autres penseurs musulmans. » (p : 99)

Ainsi, il résultait d'un tel courant de pensée que toute justification argumentative, qui étayait tout apport de connaissances, était emprunte d'un dualisme, matériel et non matériel.

- **De la Renaissance à l'époque actuelle : les occidentaux**

Avec la Renaissance, le développement de l'observation de fossiles et de vivants actuels sollicitait l'idée d'une « vie antérieure ». Léonard de Vinci (XV-XVI^e siècle), initiateur de la paléontologie, à la suite de la découverte de fossiles marins dans des régions montagneuses, niait par l'action du Déluge pour leur dépôt.

Galiardi (1987) précise que le système de classification de Linné, du fait qu'il se base sur la recherche des différences et des similitudes entre espèces contient des germes du transformisme. En effet Linné, systématicien, a abordé, à la suite d'essais d'hybridations sur les plantes, au transformisme au sein d'un même genre, en avançant :

" J'ai longtemps nourri le soupçon, et je n'ose le présenter que comme une hypothèse, que toutes les espèces d'un même genre n'ont constitué à l'origine qu'une même espèce, qui s'est diversifiée par voie d'hybridation. "¹²

Les espèces d'un même genre proviendraient d'une même espèce. Du fait que, Linné soit un fervent fixiste¹³, cet « embryon » de transformisme, argumenté par des essais d'hybridations, est resté au stade du simple raisonnement et de simple hypothèse.

Au XVIII^e siècle, Buffon a procédé à de nombreuses observations et descriptions d'espèces animales et végétales. Elles l'ont conduit à esquisser deux idées, celle d'un transformisme chez les espèces et celle d'une origine commune (ancêtre commun) pour celles classées dans une même famille. Buffon admettait un transformisme limité au sein du genre biologique et

¹² Linné cité dans BUICAN, D. (1995). *L'évolution biologique*. Paris : Hachette.p. 22.

¹³ Linné cité dans GALIARDI, R. & GIORDAN, A. (1987). L'idée d'évolution. In A. Giordan. (S.dir.), *Histoire de la biologie*, (Tome 2, Chap. 4, pp. 217-279). Paris : Technique & documentation-Lavoisier. p. 235 : "*Les espèces sont une création directe de Dieu*"

reconnaissait l'existence d'un transformisme rétrograde. Il argumentait son hypothèse par l'action des circonstances du milieu (climat, nourriture). En admettant que tout phénomène naturel revenait à une cause naturelle, il reconnaissait que la nature était active (Galiardi, 1987). Tout en étant fixiste, mais ayant pris conscience de la possibilité d'une descendance d'un ancêtre commun, il a contribué à l'essor des idées évolutionnistes. Cependant, sous l'influence des pressions subies à l'époque par l'Eglise, il a dû se rétracter pour penser une conception déiste et créationniste du vivant (De l'Asne, 1954).

De Witt (1989) rappelle l'hypothèse de Maupertuis relative au transformisme généralisé et sa contribution à l'essor des idées évolutionnistes. Tous les animaux seraient les descendants d'un « prototype » unique, une hypothèse argumentée par l'existence de « mutations » qui se produisent dans les semences mâles et femelles et introduisant l'idée de « hasard » dans le processus évolutif. Cependant, Maupertuis demeure un matérialiste déiste.

Mayr (1982) atteste de la contribution des matérialistes déistes du XVII^e siècle à la mise en place des idées évolutionnistes, tels que Erasme Darwin, Diderot, Bonnet, etc. Pour Erasme Darwin, les vivants ont une origine commune. L'évolution se fait des formes simples aux formes complexes. Son argumentation repose sur le présupposé suivant : l'usage des organes entraîne les transformations qui passent de génération en génération. Diderot pensait que les êtres naissaient spontanément par une combinaison fortuite de molécules. La transformation des êtres devait se faire à partir d'un « prototype » originel, les transformations étant dues à l'action des facteurs du milieu, ce qui préfigure chez Diderot l'hypothèse des caractères acquis (Buican, 1994). Bonnet, fervent créationniste, avait reconnu l'effet de la diversité des climats et de la nourriture sur la variation des espèces (Galiardi, 1987).

Jusque là, toutes ces préoccupations associaient les explications non matérielles aux explications matérielles. Mais l'impact du développement de la pensée scientifique n'a pas tardé à se faire sentir. Et les explications par le surnaturel n'étaient plus acceptables. En effet, les conceptions dualistes ont longtemps prédominé jusqu'à Lamarck et jusqu'à Darwin, dont les explications devenaient uniquement matérielles et se situaient dans le cadre d'une théorie scientifique.

Mayr (1982) explique que le naturaliste Lamarck (1809) fut le premier à avoir osé donner une explication entièrement matérielle à la diversité du vivant. Par rapport à ces prédécesseurs, il serait celui qui a pensé l'existence d'une dynamique dans la nature et il a proposé son idée sous la forme d'une théorie cohérente. C'est la première théorie sur la transformation des espèces. Lamarck avait admis l'existence d'une transformation au niveau

des organismes vivants. Il a étayé son modèle évolutif par une argumentation empirique, avançant des preuves basées sur l'observation des animaux et des végétaux. Les transformations étaient expliquées comme la résultante de processus matériels qui se situaient au niveau de l'individu et qui résultaient de l'influence des facteurs du milieu.

Le transformisme lamarckien s'est basé sur l'énonciation de deux lois. La première, les variations permanentes des circonstances créeraient des besoins différents et une volonté interne de changement. La deuxième, l'accumulation des transformations, acquises, au cours des générations transformerait l'espèce.

Le modèle de Lamarck, contesté dans le milieu non scientifique, a également suscité le débat dans le milieu scientifique. Selon Mayr (1982), Cuvier a entretenu de longues controverses contre le transformisme. Parmi ces contre-argumentations, il mettait en avant le manque de scientificité des argumentations de Lamarck, certes matérielles et logiques, mais non expérimentales.

De Witt (1989) commente aussi les apports de Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, par son soutien et l'appui au développement des idées transformistes en dépit des attaques affligées au transformisme. Selon Geoffroy Saint-Hilaire, les transformations chez les êtres vivants sont lentes et se font au gré des climats et des modifications du milieu. L'être est la conséquence d'une suite de phénomènes étroitement liés. L'argumentation était étayée par l'observation analytique et comparative des fossiles. A partir de l'étude des fossiles d'une même région à différentes époques, il concluait à l'existence de différences. A partir d'études expérimentales embryologiques, il a précisé que les modifications dans la descendance d'un organisme se situaient durant la croissance embryonnaire. Un autre mérite de Geoffroy St Hilaire est d'avoir procédé par une démarche déductive, de proposer les idées d'une unité de plan général d'organisation chez les animaux et de modèle de segmentation du corps animal.

Dans la deuxième partie du XIXe, Darwin (1859) a ensuite structuré une véritable théorie de l'évolution : *La théorie de la descendance avec modification*. Darwin étayait son hypothèse géniale par une argumentation empirique construite sur le principe de l'inférence. Son argumentation, basée sur le recueil de différents indices, était multidisciplinaire. Ces indices ont constitué les fruits de nombreuses observations, d'études comparatives morphologiques des faunes fossiles et actuelles, et d'études biogéographiques relatives aux faunes actuelles.

Sans avoir de réponse au problème de l'hérédité, il a élaboré une théorie explicative de l'adaptation argumentée par l'expérimentation : *la sélection naturelle*. L'apparition des formes nouvelles résulterait de la conjonction de deux mécanismes : celui de la production d'une

variabilité et celui de la réduction de cette variabilité par la sélection naturelle. L'élaboration de ces deux concepts a permis, depuis, l'intégration des dimensions de « hasard » et de « contingence » au sein des mécanismes explicatifs des phénomènes évolutifs. Ces concepts ont constitué une base explicative des mécanismes de transformation des espèces pour les théories ultérieures.

Mécanismes explicatifs de l'évolution : théories actuelles

Les théories actuelles, à la suite de progrès scientifiques remarquables, se sont retrouvées une légitimité dans une procédure de validation multidisciplinaire par inférence. Les données de la taxinomie, de la paléontologie, de l'anatomie comparée, de l'écologie, de la biogéographie, de la biochimie, de la génétique, de la géologie constituent autant d'indices qui permettent la reconstitution des évènements exceptionnels de l'histoire du vivant.

Mais, tout en s'accordant sur l'hypothèse d'une évolution au sein du vivant, les discussions et les controverses théoriques sont actuellement alimentées par l'émergence de nouveaux questionnements relatifs aux mécanismes du processus évolutif.

La théorie la plus largement admise, actuellement, dans la communauté scientifique est la théorie synthétique. Trois théories la concurrencent ou la complètent en proposant d'autres mécanismes dont le débat, à leur propos, est encore d'actualité : la théorie synergique, la théorie neutraliste et la théorie ponctualiste.

➤ La théorie synthétique

De Ricqlès (2002), dans un article de *La Recherche* explicite les bases de la théorie synthétique. Cette théorie considère que l'origine des espèces ou spéciation est une conséquence de l'adaptation. L'évolution est graduelle et opportuniste. Elle n'est pas dirigée vers un but (ce n'est pas le finalisme). Elle opère par la sélection progressive des individus les plus aptes à vivre dans un contexte donné. Les principes généraux de cette théorie sont l'adaptationnisme, le déterminisme sélectif et le gradualisme. La macro-évolution (trans et supraspécifique) constitue une sommation des résultats de la micro-évolution (intraspécifique). L'aléatoire dans ce modèle prend place à l'échelle individuelle au niveau de la mutation. La spéciation est la conséquence de l'adaptation. La théorie synthétique propose une extrapolation simple et directe du temps écologique au temps géologique

➤ La théorie synergique

Cette théorie propose le mécanisme de la sélection polaire. Buican (1995) l'explique ainsi :

« Cette sélection que nous appelons multipolaire a lieu à chaque niveau d'intégration des systèmes vivants, mais, bien entendu, d'une manière appropriée à chacun de ces étages biologiques successifs. En effet, la sélection multipolaire représente une théorie sélective généralisée dont la sélection naturelle reste un cas particulier et spécifique. » (p : 32)

D'après Grimoult (2000), c'est une théorie globale de l'évolution qui intègre le darwinisme et la théorie synthétique. Elle a été élaborée sur la base d'une argumentation relative à des observations et à des expérimentations de mutations, provoquées par des facteurs biophysiques dans les années soixante.

➤ La théorie neutraliste

Cette théorie intègre au schéma évolutif les nouveaux acquis de la biologie moléculaire au plus haut niveau.

Kimura (1998), fondateur du modèle, explique que le modèle neutraliste ne s'oppose pas au modèle synthétique. Il conteste plutôt la théorie de la sélection naturelle. Dans la théorie neutraliste, à l'échelle moléculaire, la plupart des changements évolutifs résulteraient non pas de la sélection naturelle, mais de la dérive aléatoire de gènes mutés, sélectivement équivalents.

Il alimente le débat en se basant sur une argumentation mathématique sophistiquée. Les progrès de la génétique moléculaire ont permis des comparaisons entre les molécules d'ARN en amont de l'expression des gènes et les protéines en aval de cette expression. Ce qui a permis d'estimer le taux de substitution des allèles au cours de l'évolution. Ainsi l'étude de la variabilité des gènes à l'intérieur d'une espèce est devenue possible. L'application de la théorie mathématique de la génétique des populations a permis de suivre l'évolution des gènes

➤ La théorie ponctualiste

Le modèle des équilibres ponctués, fondé par Gould et Eldrige (1972), considère que la paléontologie constituerait l'apport concret essentiel à l'évolution du vivant, en apportant des données sur les mécanismes de l'évolution, lesquels mécanismes, vu leur singularité, ne pouvant être ni perçus, ni étudiés par la seule référence au vivant actuel (De Ricqlès, 2002).

Tillier (1998) pense, également, que ce modèle ne s'oppose pas à celui de la synthèse. Le modèle conteste le rôle exclusif octroyé au déterminisme sélectif et au principe corrélatif d'adaptationnisme.

De Ricqlès (2002) présente la question de la manière suivante. Le schéma évolutif ne se base plus sur le principe d'une seule mécanique évolutive (principe unitariste), la macroévolution étant la résultante, à l'échelle des temps longs, de la sommation des microévolutions à l'échelle des temps courts. Dans une vision compositionniste des processus évolutifs, ce modèle considère une structure hiérarchique de l'évolution inverse de celle de la synthèse. La spéciation est un mécanisme qui n'est pas vue comme une conséquence de l'adaptation. La spéciation devance l'adaptation. La cause initiale de la spéciation est une rupture du flux génique qui touche des populations à effectifs réduits et en état de crise. La spéciation est aléatoire relativement à la lignée en évolution, la mutation est aussi aléatoire à l'échelle de l'individu. L'aléatoire devient une composante largement présente. Les tendances évolutives à longs termes pourraient être seulement une simple conséquence statistique du taux de spéciation différent entre espèces. En conséquence, il n'y aurait pas intervention des phénomènes sélectifs.

Actuellement, il est admis que la théorie de l'évolution est la seule théorie assurée et scientifique qui explique l'histoire du vivant. Mais, au sein de la communauté scientifique, il a fallu lui reconnaître un statut scientifique confirmé à travers une démarche de validation, non pas expérimentale, mais par l'enquête.

b. Acquérir un statut de savoir scientifique

Un des problèmes de l'évolution a été de se constituer en tant que savoir scientifique indépendant de ce qui est « non-scientifique ».

La science procède par rupture (Bachelard, 1938), c'est-à-dire par disqualification de la non-science de la science. La science se construit contre l'obstacle que constitue l'opinion.

Pour Stengers (1993), la distinction entre science et non-science tient

« ...d'une purification, de l'élimination de toute proposition dépourvue de contenu empirique, c'est-à-dire d'abord et avant tout des propositions 'métaphysiques' qui ne peuvent se déduire des faits par un procédé logique légitime » (p : 35).

Dans le courant positiviste, il y a lieu d'une rupture entre science et non-science, entre autre, la théologie. Au XIX^e siècle, Auguste Comte affirmait que la collision entre science et théologie a commencé lorsque la science a commencé à s'intéresser à la nature.

Pour Gould (2000), l'incompatibilité des conceptions positives (scientifiques) avec toutes les opinions théologiques revient au fait que science et théologie possèdent deux préoccupations différentes car elles ne se posent pas les mêmes questions. En réaction aux offensives grandissantes des créationnistes américains ainsi qu'aux conflits interminables entre science et religion, il a proposé de procéder à une séparation nette entre les deux. Il justifie, ainsi, les différences entre ces deux domaines de compétences :

« La science s'efforce de rendre compte des faits du monde naturel et de construire des théories pour les relier et les expliquer. La religion, quant à elle, s'occupe d'un domaine non moins important mais totalement différent, celui de nos buts, options et valeurs-questions que le point de vue peut sans doute éclairer, mais en aucun cas résoudre. »
(p : 18)

Mayr (1997), également, soutient l'idée d'une distinction entre les deux domaines :

« Distinguer la science de la religion est peut-être le plus facile car les sciences n'invoquent pas le surnaturel pour expliquer les mécanismes à l'œuvre dans le monde matériel, et ils ne font pas appel à la révélation divine. »

Car la science, dans son explication du monde matériel, n'invoque pas le surnaturel, et se caractérise par une ouverture d'esprit, elle s'oppose donc au dogme. Elle repose sur trois principes :

- il existe un monde réel, dont la plupart de ses caractéristiques peuvent être approchées par la recherche scientifique.
- Les hypothèses relatives à ces caractéristiques sont soumises à l'épreuve pour l'acceptation ou la réfutation.
- il y a toujours la possibilité d'une remise en question qui permet le progrès du savoir scientifique. Enfin, l'objectif de la science est d'étudier les liens de cause à effet, et les liens historiques de l'univers matériel. Dans ce sens, le surnaturel devient un domaine en dehors de celui du scientifique.

Le mythe et la science s'accordent sur un même point, affirme Jacob (1997), car ils présentent à l'esprit humain une représentation du monde. Souvent, dès qu'il est question de l'histoire du vivant, ce sont les explications mythiques qui prennent le dessus et ceci pour toutes les cultures du monde. Ainsi, il y a lieu de différencier mythe et théorie scientifique : un mythe est une construction de l'esprit qui ne repose pas sur une mise à l'épreuve. C'est une histoire qui se raconte de génération en génération et qui véhicule des valeurs. La théorie scientifique,

quant à elle, est changeante en fonction des progrès scientifiques et des changements de problématique et elle repose sur une argumentation matérielle.

Le scientifique construit des hypothèses et des conjectures face à des problèmes naissants. Il les soumet à une mise à l'épreuve, il les confronte à l'expérience (Stengers, 1993). Le critère de démarcation entre science et non-science réside dans la tentative de soumettre une connaissance au critère de réfutabilité. Si une assertion ne peut être soumise au test de réfutation, elle ne peut être considérée comme scientifique. Ainsi, Popper distingue-t-il entre les propositions scientifiques et celles dénuées de sens. Toutefois, les idées métaphysiques ne doivent pas être rejetées car souvent elles constituent les anticipations des idées scientifiques (Popper, 1974). Les questions « métaphysiques » recherchent un sens qui ne fait pas partie des préoccupations de la science (Popper cité par Stengers, 1993). C'est ainsi, que Popper a développé un reproche d'infalsifiabilité à l'encontre du darwinisme, qu'il a classé comme un programme de recherche « métaphysique » mais qui, en soit, peut constituer un cadre possible pour des théories scientifiques. Sur ce point, pour certains, il aurait été mal compris (Gayon, 1992), alors que pour d'autres, il aurait émis une rétraction (Popper, 1978), pour énoncer la possibilité de soumettre certains aspects de la sélection naturelle au test de la falsification (Pigliucci, 2004)¹⁴.

Pour Toulmin (1961), la science est considérée comme une visée d'explication, qui devrait permettre des prédictions :

« La meilleure théorie, idée ou hypothèse, le meilleur système est celui ou celle qui a le pouvoir explicatif le plus grand » et « Le but d'une science explicative est d'expliquer c'est-à-dire de permettre de faire des prédictions ; et les mérites d'une théorie scientifiques sont proportionnels au nombre de prédictions justes qu'elle implique. » (p : 23-24)

Mais, cette affirmation, selon Mayr (1997), ne peut être généralisable à toute la biologie, où, il n'est pas toujours question d'expliquer (où il est, simplement, possible de décrire, de classer etc.) et encore moins d'émettre des prévisions catégoriques et vérifiables, d'une manière systématique. La biologie fonctionnaliste peut ainsi se prêter plus aisément à la prédiction que la biologie évolutionniste. La théorie de l'évolution possède un puissant pouvoir explicatif sur l'origine des espèces et leur diversité, mais, elle ne peut prétendre à une telle puissance en matière de prédiction, du moins, pas celle de la prédiction chronologique. Les processus biologiques sont dépendants d'un certains nombres de facteurs interagissants, la grande

¹⁴ POPPER, K. (1978). Natural Selection and the emergence of mind. *Dialectica*, 32, 339-355, cité par PIGLIUCCI, M. (2004). Did Popper refute evolution ? consulté le 9 août 2005 sur <http://www.finarticle.com/>

variabilité engendrée ne permet pas aux phénomènes biologiques, encore moins aux processus évolutifs, de se prêter aisément aux tests de prédiction. Cependant, il est possible de procéder, autrement, par observations additionnelles par exemple celles qui peuvent aider à faire des prédictions « rétroactives » pour les phénomènes déjà passés, en particulier, les événements singuliers de l'histoire du vivant.

Ce qui compte pour le biologiste, explique encore Mayr (1997), n'est plus chercher à prédire, mais, chercher à résoudre des problèmes. Pour ce faire, il recourt à la méthode susceptible de le conduire à la solution de son problème.

2.2.2. Développer une méthodologie d'enquête au sein de la communauté scientifique

Parmi, les difficultés majeures auxquelles l'évolution s'est trouvée confronter, Jacob (1970) relève les difficultés d'ordre méthodologique :

« Pour une théorie scientifique, celle de l'évolution présente le plus grave des défauts : comme elle se fonde sur l'histoire, elle ne se prête à aucune vérification directe... » (p : 21

Stengers (1993) attribue ces difficultés à une manière de penser, largement répandue dans le milieu scientifique, et dont les conséquences sont fâcheuses pour l'évolution : la quasi-identification entre science et science théorico-expérimentale. Pour la science de l'évolution, il fallait pouvoir intégrer une problématique propre aux sciences de terrain et qui la distingue des sciences du laboratoire pour ériger sa singularité en tant que science historique.

Reconnaître la légitimité de la démarche de l'enquête comme démarche de validation scientifique est d'autant plus important que, selon Grimoult (2000), le statut de la théorie de l'évolution demeure fragilisé par suite de sa contamination par des préoccupations extrascientifiques. Jacob (1997) l'argumente ainsi :

« Curieusement, les théories de la physique comme la relativité ou la théorie quantique ne sont pas comprises par le public. Mais elles ne sont pas discutées ni contestées. Avec la théorie de l'évolution, c'est le contraire. Tout le monde croit la comprendre. Mais elle est controversée et souvent récusée pour des raisons hors de propos. » (p : 121-122)

Actuellement, si la théorie de l'évolution continue à être récusée dans certains milieux extrascientifiques, au sein de la communauté scientifique, elle a fini par s'imposer en tant que science faisant partie intégrante de la biologie. En conséquence du dualisme du vivant, l'évolution du vivant s'est imposée en tant que science historique.

En effet, les sciences historiques ont peiné à s'affirmer, en tant que savoir scientifique, en raison de la fragilité attribuée à leur méthodologie de validation. Stengers (1993) le justifie par le fait

que ces sciences devaient se distinguer de la physique. L'évolution du vivant devait se distinguer, non pas de la physique uniquement mais également de la biologie fonctionnaliste, pour imposer une autonomie vis-à-vis des sciences dites expérimentales.

La méthodologie de validation des sciences théorico-expérimentales doit permettre une situation de reproductibilité du phénomène ou du processus aux échelles temporelle et spatiale du laboratoire. La tendance explicative de ces sciences, dont la biologie fonctionnaliste fait partie, ne semble pas convenir lorsque la préoccupation de la science devient des événements historiques, tels ceux de l'histoire du vivant car ces derniers répondent à un statut particulier :

- Les événements englobant l'histoire du vivant se sont déroulés le long de longues périodes qui s'étalent sur des millions d'années.
- De ce fait, ce sont des événements exceptionnels¹⁵ et non reproductibles.
- Ils ne se prêtent pas à la reproductibilité à l'échelle temporelle de l'expérimentation au laboratoire.

À cet égard, il fallait que la biologie intègre une nouvelle démarche de validation : la démarche historique qui se base sur la production d'énoncés reconstituteurs des événements passés par un procédé de validation par inférence (Mayr, 1982 ; Stengers, 1993). Les instruments et outils de cette démarche dite de « l'enquête » sont constitués par des indices, lesquels indices permettent la reconstitution des événements passés¹⁶. Pour la science de l'évolution, le travail d'enquête réalisé grâce à des études fines descriptives et comparatives paléontologiques, anatomiques embryologiques, moléculaires, génétiques, écologiques ou paléogéographiques permet un repérage des liens entre événements passés et événements actuels. Il mène, par inférence, vers des explications des phénomènes et des processus évolutifs.

¹⁵ Bonti cité par Mayr (1982) explique la singularité de certains phénomènes :

« *Les théories sur l'origine de l'Univers, ont un caractère exceptionnel (par rapport aux théories habituelles de la physique) en ce qu'elles tentent de décrire un événement qui, en un sens, est singulier* ». p : 80.

¹⁶ A ce propos Mayr (1982) en ce référant à Goudge, insiste sur la valeur explicative du récit historique en biologie évolutionniste : « *Les récits historiques ont une valeur explicative parce que, dans une séquence historique, les événements précoces influent généralement sur des événements ultérieurs. Par exemple, l'extinction des dinosaures à la fin du Crétacé libéra un grand nombre de niches écologiques, et prépara ainsi la spectaculaire radiation des mammifères durant le Paléocène et l'Eocène* ». p : 80.

3. CONCLUSION : UNE SCIENCE HISTORIQUE, UNE DÉMARCHE D'ENQUÊTE

Parmi les obstacles surmontés par la théorie de l'évolution deux obstacles de taille sont à relever :

- se démarquer de toute explication par le surnaturel, pour signifier une explication du monde par des processus naturels (Mayr, 1993),
- imposer, au sein de la communauté scientifique, une méthodologie particulière : la démarche de l'enquête.

Une large part de légitimité scientifique l'évolution est à rechercher dans le statut scientifique reconnu aux sciences historiques dont, elle fait partie intégrante (Stengers, 1993).

III. L'ÉVOLUTION DU VIVANT DANS LE CONTEXTE TUNISIEN CONCORDISTE : ENTENTE ENTRE RELIGION ET SCIENCE

Dans la communauté scientifique biologiste, il est bien admis que l'évolution est l'un des piliers conceptuel de la biologie. Hors du milieu biologiste, trois types d'attitudes se retrouvent vis-à-vis de l'évolution. La première est évolutionniste et s'accorde avec celle des biologistes. La seconde constitue une offensive à l'égard de l'évolution, ou plutôt, à l'égard du darwinisme. La troisième, dite concordiste, concilie entre science et religion car elle y retrouve une harmonie entre les deux.

L'attitude offensive est représentée, essentiellement, par les détracteurs du darwinisme. Souvent, ils déforment et détournent à leur profit des arguments scientifiques pour en faire des contre-arguments au darwinisme. Citons, comme exemples d'illustration, les propos de certains d'entre eux.

- Nesbitt (1993), cité par Grimoult (2000, p : 358) :
« Un cochon ne pourrait jamais devenir une baleine, comme le prétendent certains évolutionnistes » ; "Chaque espèce possède un code génétique fixe et invariable. »
- J.Crews (1999) :
« Si la doctrine de l'évolution était vraie, les strates contiendraient des milliers de formes intermédiaires, ou de transition, avec les amalgames de deux ou trois espèces ou plus. Mieux encore, il devrait y avoir des millions et des millions d'anneaux vivants observables maintenant même, en voie de devenir une forme plus élevée. Darwin confessait que : "il y

a deux ou trois millions d'espèces sur la terre. On pourrait penser que c'est un champ d'observation suffisant ; mais il faut dire aujourd'hui que, en dépit de toutes les preuves fournies par des observateurs bien entraînés, pas un seul changement d'une espèce à une autre n'a été rapporté.»

- R. Ben Halima (2001) :

« Si on revient à Darwin, sa devise était : " La nature ne fait pas de saut". Cet axiome peut être considéré vrai si on considère que c'est le hasard qui guide la nature. Mais les faits prouvent que cet axiome est faux : la nature fait bien des sauts ! Donc ce ne peut être le hasard qui guide cette nature, mais quelqu'un d'autre... L'absence de ces innombrables formes intermédiaires a poussé les paléontologues à se rendre à l'évidence et à reconnaître que les espèces vivantes sont apparues au cours des temps non pas progressivement comme le pensait Darwin mais de manière ponctuelle. Ainsi, comme le dit le scientifique Howard Gruber dans son livre : « Darwin on man » : « La nature ne fait pas de saut mais Dieu en fait. »

Les arguments évoqués par ces auteurs comme outils offensifs ne peuvent tenir scientifiquement. Commentons, à titre d'exemple, ceux évoqués par Nesbitt. Il argumente par l'impossibilité qu'il y ait des transformations (en fait tel qu'il le dit ce sont plutôt des métamorphoses) à l'échelle individuelle. Or, celles-ci ne doivent se faire qu'à l'échelle populationnelle. D'autre part, il considère que le code génétique n'est spécifique qu'à une seule espèce et non commun à l'ensemble des espèces.

Par ailleurs, selon Lecourt (2005), l'action des créationnistes américains, présente depuis les années 1920, est en train de changer de forme. Elle est de plus en plus centrée sur les programmes d'enseignement, avec le soutien à un enseignement intitulé la « science de la création ».

Dans un article de *La Recherche*, Schlegel (2004) rapporte que le concordisme, présent depuis toujours, touche toutes les religions : Christianisme, Judaïsme, Hindouisme, Bouddhisme et Islam.

Les concordistes cherchent à retrouver un terrain d'entente entre religion et science. Theillard de Chardin (XX^e siècle), concordiste moderniste, est l'un des plus connus, pour avoir tenté une interprétation religieuse de l'évolution. Sans considérer de limite entre la matière inerte et la matière vivante, il a développé un modèle qui intègre une évolution des corpuscules de matière, ensuite une évolution du vivant suivant un finalisme *a priori*. Il localise cette

tendance dans une « force interne » qui loge dans le psychisme de l'être vivant. Theillard de Chardin utilise une argumentation non matérielle pour expliquer la tendance à évoluer. Grimoult (2000) précise qu'elle n'a pas une essence scientifique, puisqu'elle échappe à la validation scientifique par confrontation à des faits.

Bucaille (1976, 2002) explique qu'il n'y a pas d'opposition entre science et religion, et que la science ne fait que retrouver et illustrer les vérités citées dans le Coran :

« ... le Coran ne contenait assurément aucune proposition en contradiction avec les connaissances les mieux établies de notre temps et il ne laissait aucune place aux idées de l'époque sur les sujets traités. Mais, bien plus, un grand nombre de fait qui ne seront découverts qu'à l'époque moderne y sont évoqués... » (p : 10)

En Tunisie, pays fondamentalement arabo-musulman, nous retrouvons de telles conceptions concordistes qui s'applique à la science en général et à l'évolution du vivant par voie de fait. En effet, une première conception, assez répandue et non moins ancienne, considère, comme l'expliquent Bucaille (2002) et Schlegel (2004), que la science n'est que le « lieu » de redécouverte de ce qui est déjà énoncé dans les livres saints.

Ainsi, la possibilité d'extrapoler une explication, initialement scientifique, au domaine théologique est toujours envisageable et réciproquement.

Cet état de pensée se retrouve, déjà, chez le philosophe et penseur tunisien Ibn Khaldoun (XIV^e siècle). Il pouvait dans ses explications « scientifiques » déborder sur le théologique (voir même le métaphysique). Ainsi, pour justifier la dégradation des mœurs des habitants des villes, il affirmait :

« Or, lorsque de telles mœurs se généralisent dans une cité ou une nation, c'est un signe énonciateur que Dieu les a abandonnés à la ruine et à l'extinction »¹⁷.

Affirmation que Talbi (1973) commente ainsi :

« Voilà l'observation, empirique et les interprétations économiques, ou socio-psychologiques qui débouchent sur la réflexion théologique ; et voilà les choses placées, en fin de compte, dans le cadre métaphysique. C'est que Ibn Khaldoun met Dieu temporairement entre parenthèses lorsqu'il essaye de comprendre les choses de ce monde »¹⁸

¹⁷ Traduction de Talbi, in, TALBI, M. (1973). *Ibn Khaldoun et l'histoire*. Tunis : Maison Tunisienne de l'Édition. p. 84.

¹⁸ TALBI. Op.cité. p. 84.

Ainsi, sans marges limitantes à chacun des deux domaines, science et religion, la continuité entre référence argumentative théologique et scientifique est envisageable et présente. Il en résulte, qu'en profondeur de la pensée, il y a une sorte d'équivalence argumentative entre les deux référentiels, le scientifique d'une part et le non-scientifique (théologique) d'autre part.

Par ailleurs, concernant le cas particulier de l'évolution, les concordistes arabo-musulmans contemporains, tels certains penseurs comme Talbi (1973) et Iqbel (cité par Talbi, 1973) et certains scientifiques comme Kharrat (1986), Azouna, (1999), revendiquent l'idée, de plus en plus répandue dans le milieu arabo-musulman qui stipule que ce sont les penseurs arabo-musulmans qui sont précurseurs dans le domaine de la théorie de l'évolution.

Nous pensons, qu'il y aurait à considérer cette assertion avec prudence, au moins sur deux points. Le premier, serait de s'entendre sur le ou les sens attribué(s) au terme « théorie » utilisé par les penseurs et scientifiques arabo-musulmans contemporains sus-cités. En effet, utilisent-ils ce terme dans le sens d'une globalité structurée d'une façon cohérente¹⁹ et répondant au statut d'une théorie scientifique, qui explique l'évolution ? Ceci reste hypothétique car les auteurs ne semblent pas s'être adonnés à une telle réflexion épistémologique pour cerner le sens du terme « théorie » utilisé. Le deuxième est qu'il serait plus prudent de considérer les penseurs arabes médiévaux (El Jahidh, Ikhwan Essafa, Miskawaih etc.) comme pionniers des idées 'évolutionnistes' que comme précurseurs de la théorie de l'évolution en tant que telle. Il est clair que, chronologiquement, leurs idées « évolutionnistes » sont antérieures à celles des occidentaux. En effet, elles datent de l'époque médiévale, époque qui dans le milieu occidental dominé par la religion, correspond à une phase de stagnation dans ce domaine. En outre, à notre connaissance, il n'y a pas dans la littérature occidentale postmédiévale, relative à l'évolution, des références aux idées « évolutionnistes » des penseurs arabo-musulmans médiévaux.

Ici l'adjectif « évolutionniste », attribué aux idées des penseurs médiévaux, mérite des guillemets car en fait, les idées évolutionnistes revendiquées par les arabo-musulmans relèvent d'une tendance concordiste, dans la mesure où ressemblance, parenté, filiation, gradation et transformations au sein du vivant, sont argumentées, par l'action divine.

Ainsi, l'attitude concordiste rejoint l'attitude offensive, comme le dit Schlegel (2004), car elle trahit une méconnaissance de la méthodologie scientifique. Dans ce sens, toutes les deux expriment la même chose, à savoir « nier le savoir scientifique ».

¹⁹ CHALMERS, A. (1976). *Qu'est-ce que la science ?* (Trad.fr. 1987). Paris : La Découverte. p.107.

Conclusion

Ainsi, la tendance concordiste est présente dans la société musulmane en général. Historiquement, l'évolution semble y être tolérée dans la mesure où elle résulte de l'action divine (et quelle ne s'applique pas à l'homme). En outre, ce semblant de tolérance cache souvent un double revers offensif. Le premier cache une méconnaissance de la méthodologie scientifique (Schlegel, 2004). Le deuxième est potentiel et se matérialise par l'interdiction de l'enseignement de l'évolution. L'une des actions offensives, des plus organisées, est en train d'avoir lieu en Turquie²⁰.

Le cas de la Tunisie, pays fondamentalement arabo-musulman semble particulier. Tous les tunisiens scolarisés suivent parallèlement aux enseignements de langues, de sciences, de mathématiques etc., un enseignement théologique obligatoire de la maternelle jusqu'à la fin des études secondaires. Les élèves des sections scientifiques et mathématiques suivent un enseignement de l'évolution biologique à la fin de leurs études secondaires en classe terminale (Annexe2-1).

Ainsi, il semble évident que le contexte social tunisien, à la fois concordiste et tolérant, ne soit pas sans influence sur l'enseignement de l'évolution.

IV. L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION DU VIVANT EN TUNISIE

Des recherches en didactique, effectuées en Tunisie entre 1999 et 2001, ont montré l'influence des facteurs socioculturels et la précarité du statut scientifique de cet enseignement. A ce stade, une question s'est posée à nous, la précarité du statut scientifique serait-elle uniquement en conséquence de ce seul facteur socio-culturel matérialisé par une pensée concordiste ? Ainsi, nous avons pu repérer les obstacles que peuvent avoir les élèves à entrer dans une démarche scientifique et leurs difficultés relatives à la démarche de l'enquête (Aroua, 2003). Aussi, nous avons constaté des difficultés méthodologiques relatives aux démarches scientifiques chez certains étudiants et enseignants du secondaire en SVT (Aroua et al. 2005).

²⁰ BARKAN, I. (2006, mars). Au nom du pluralisme, s'inquiète le rédacteur en chef du quotidien Radikal, les manuels scolaires turcs mettent sur le même plan la théorie de l'évolution et les mythes religieux concernant la création du monde. *Courrier international / Radikal*, consulté le 21/04/06 sur <http://www.turquieuropeenne.org/article1155.html>

Relativement à ces difficultés méthodologiques, qui existent aussi bien chez les élèves que chez les étudiants et les enseignants, deux questions se posent : quelle formation ont les élèves et quelle formation suivent les étudiants (futurs-enseignants) et les enseignants de SVT en évolution du vivant ?

Des réponses éventuelles pourraient se trouver dans les contenus enseignés respectivement au secondaire et au supérieur. Qu'est-ce qui est donc enseigné, relativement aux contenus, conceptuels et méthodologiques, en évolution du vivant au secondaire et au supérieur ?

Suite au constat des difficultés méthodologiques rencontrées par les élèves, par les étudiants et par les enseignants de SVT du secondaire, nous nous intéresserons aux contenus et, particulièrement, aux contenus méthodologiques de la démarche de l'enquête dans l'enseignement de l'évolution du vivant, au secondaire et au supérieur.

1. L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION DU VIVANT AU SECONDAIRE

En Tunisie, il y a eu trois grandes réformes de l'enseignement secondaire. La première correspond à la tunisification de l'enseignement secondaire en 1959. La deuxième, qui a débuté en 1990, est en cours d'achèvement. La troisième, décidé en 2002, est en cours d'application depuis 2004.

1.1. Éléments historiques (1959-2006)

L'évolution du vivant a toujours été enseignée depuis la première réforme en 1959 (Annexe 2-1 et Figure 2)

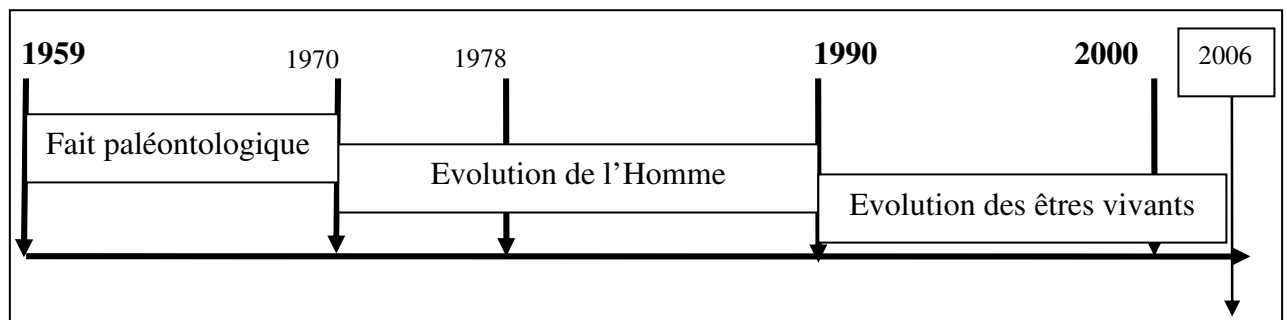


Figure 2. Historique de l'enseignement de l'évolution des vivants dans le secondaire en Tunisie

1.2. Les contenus de l'enseignement de l'évolution

1.2.1. Les contenus conceptuels de l'évolution

Son enseignement est réduit à une présentation d'un fait paléontologique de 1959 à 1970. Entre 1970-1990, il ne concerne que l'évolution de l'Homme. Il constitue toujours le dernier chapitre dans les programmes de la terminale sciences ou de la quatrième année mathématiques et sciences.

A partir de la deuxième réforme en 1990, l'évolution est programmée à la fin de la terminale sciences expérimentales, son contenu augmenté concerne l'évolution dans l'ensemble du monde vivant. Depuis 1993, une importance toute particulière. Désormais, son enseignement est programmé en milieu d'année scolaire, avec un contenu enrichi d'un chapitre relatif à l'Hominisation. Aussi, on lui associe un autre chapitre traitant de l'origine de la vie. En 1998, il est touché par les réductions d'horaires et de contenus, et, les chapitres rajoutés en 1993 sont éliminés (Annexe 2-1).

1.2.2. La démarche de l'enquête dans les programmes de 1998²¹

Du fait que, dans la deuxième partie de cette recherche, nous nous intéressons aux programmes de 1998, l'analyse de contenu entreprise ici et relative à l'enseignement de la démarche de l'enquête ne portera que sur ces programmes (Annexe 1-1).

L'analyse concerne cinq rubriques de ce programme :

- les finalités et objectifs de l'enseignement des sciences naturelles de l'enseignement secondaire²²,
- les objectifs du programme de la quatrième année secondaire²³,
- les objectifs spécifiques du thème « *L'évolution biologique* »,
- le contenu du thème « *L'évolution biologique* »
- les recommandations accompagnant ce contenu²⁴.

Tout d'abord, nous retrouvons mentionné à l'article premier²⁵ de la première rubrique, « *Finalités et objectifs de l'enseignement des sciences naturelles de l'enseignement secondaire* »²⁶, que l'enseignement des sciences naturelles vise à « *exercer l'élève aux*

²¹ MINISTERE DE L'EDUCATION. (1998). *Programmes Officiels de l'Enseignement Secondaire. Décret n°98-1280 du 15 Juin 1998. Annexe XII. Sciences naturelles*, République Tunisienne, Ministère de l'Education, Direction des programmes (Annexe 1-1)

²² Op.cité p.7.

²³ Op.cité p 49.

²⁴ Op.cité pp 55-56

²⁵ Op.cité. article premier, 10^{ème} ligne, p.7.

²⁶ Op.cité : pp. 7-8.

démarches scientifiques ». Nous remarquons l'existence d'un pluriel à « *démarches scientifiques* », toutefois, il n'y a aucune autre précision quant aux types des démarches en question. En outre, à l'article 3²⁷, suit une seule précision qui est relative à la démarche expérimentale : « *l'élève doit être capable (...) de procéder à une démarche expérimentale...* ».

Par ailleurs, pour aborder l'analyse de contenu relative à la démarche développée en évolution, nous avons conçu la grille suivante (Figure 3) :

Thème discuté	Méthodologie de validation relative à l'évolution du vivant (démarche de l'enquête)
Démarche historique ou l'enquête	<p><i>Récolte d'indices</i> : observations et/ou observations comparées paléontologiques, embryologiques, anatomiques, moléculaires etc.</p> <p><i>Reconstitution des évènements passés</i> : inférence des explications relatives aux phénomènes et processus évolutifs.</p>

Figure 3. Grille d'analyse : Méthodologie de validation relative à l'évolution du vivant

Contrairement à la démarche expérimentale, il n'y aucune instruction explicite quant à l'initiation des élèves à la démarche de l'enquête et aux particularités des méthodologies de recherche relatives à l'évolution (cf. Annexe 2-2, colonnes 2 à 5). Par contre, dans la rubrique « *Recommandations* » accompagnant le thème de l'évolution, nous retrouvons une série de compléments relevant de la méthodologie de validation relative à l'évolution, à savoir : recueillir des indices (*observations, observations comparées...*) et en tirer des inférences sur les phénomènes et processus historiques du vivant (*Reconstruire l'ordre..., la filiation, dégager l'unité d'organisation, idée d'ancêtre commun...*) (Annexe 2-2, colonne 6).

En général, les « *Recommandations* » ne font qu'office d'« *Activités envisageables* ». Les enseignants se lancent, alors, dans l'application directe de ces dernières sans qu'elles ne fassent l'objet de réflexions épistémologiques particulières qui s'orientent vers une initiation des élèves aux particularités de ces savoirs méthodologiques.

Il semble qu'en absence d'instructions officielles explicites, l'enseignement de l'évolution du vivant apparaît conçu et mis en application indépendamment de sa dimension méthodologique, voire même de ses perspectives historiques.

²⁷ Op.cité. article 3, 2^{ème} ligne, p.7

Ainsi, l'enseignement de l'évolution du vivant au secondaire paraît se centrer essentiellement sur les savoirs conceptuels aux dépens des savoirs relatifs à la méthodologie de validation de l'évolution.

2. L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION DU VIVANT Á L'UNIVERSITÉ

Pour être renseigné sur la formation scientifique des enseignants en évolution du vivant, nous avons enquêté sur les contenus des programmes enseignés relatifs à l'évolution du vivant²⁸ dans les différentes institutions supérieures tunisiennes susceptibles de former des professeurs de l'enseignement secondaire (ou PES)²⁹. Pour pouvoir être informé d'une manière plus exhaustive sur les modalités et les contenus de cet enseignement, l'enseignement universitaire étant non normé, nous avons réalisé, enregistré, transcrit puis analysé des interviews directives avec les enseignants chargés, actuellement, de l'enseignement de l'évolution du vivant en module autonome (Annexe 3). Nous avons effectué cinq interviews dans cinq des six institutions actuelles concernées par la formation des PES, l'enseignement en module autonome n'étant pas assuré dans la sixième.

2.1. Eléments historiques (1960-2006)

L'enseignement de l'évolution au supérieur a eu, depuis la première institution scientifique tunisienne en 1956, un parcours particulier (Figure 4).

Ainsi, nous constatons que :

- « à partir du début des années 1980, l'enseignement du concept d'évolution, a été d'abord intégré au module d'anatomie comparée ensuite à celui de biologie animale »³⁰, à l'Ecole Normale Supérieure de Bizerte (ENSB). Il a été intégré au module de génétique et il n'a été programmé qu'à partir de 1991 à la faculté des Sciences de Tunis (FST).

²⁸ Nous avons consulté les documents-papiers disponibles. Ce sont des contenus de programmes enseignés dans les années quatre vingt et quatre vingt dix à la Faculté des sciences de Tunis et le contenu de deux documents réalisés par le Ministère de l'Enseignement supérieur en 1997 pour le Projet de réforme des maîtrises des Sciences de la vie et/ou de la Terre dont la mise en vigueur a débuté en 1999-2000 (cf. Bibliographie).

²⁹ ENST : Ecole Normale Supérieure de Tunis, actuellement ISEFC : Institut supérieur de l'Education et de la Formation continue ; FST : Faculté des Sciences de Tunis ; ENSB : Ecole Normale Supérieure de Bizerte, actuellement FSB : Faculté des Sciences de Bizerte ; FSS : Faculté des Sciences de Sfax ; FSGb : Faculté des Sciences de Gabès ; FSGf : Faculté des Sciences de Gafsa.

³⁰ P. Aïssa, communication personnelle, 6 mars, 2006

- l'enseignement de l'évolution du vivant en tant que module autonome, mais optionnel, a été décidé à partir de 1994 (Arrêtés du Ministère de l'Enseignement Supérieur du 11 mai 1994).
- suite à la réforme des maîtrises de 99-2000 (Circulaire n° 39 du 12 septembre 1999), il a été décidé que le module de l'évolution devienne obligatoire. Toutefois, cela n'a pas été généralisé à toutes les institutions, il demeure optionnel dans deux des six institutions actuelles concernées et absent dans la sixième.

Ces constats montrent qu'il n'y a pas toujours eu d'enseignement spécifié de l'évolution au supérieur. Nous avons orienté nos analyses de contenu sur les contenus des enseignements spécifiés de l'évolution et/ou les enseignements des sciences de la vie tels que l'anatomie comparée, la systématique, la génétique des populations...etc.), afin d'y rechercher la perspective évolutionniste.

2.2. Les contenus des enseignements spécifiés de l'évolution

A l'université, les enseignements spécifiés de l'évolution ont d'abord été intégrés à différents modules avant de constituer un module autonome.

2.2.1. Enseignement spécifié intégré à un autre module

De 1991-92 à 1993-94 à la FST, le concept d'évolution du vivant est intégré au module de génétique. Il fait suite à l'étude du polymorphisme génétique, au rôle des pressions évolutives (mutation, sélection et migration). L'évolution du vivant est abordée à travers des processus évolutifs, des modèles moléculaires et des théories de l'évolution.

2.2.2. Enseignement spécifié en module autonome

- **Selon le contenu du projet de réforme de 1997 (Annexe 2-3)**

Le module est programmé en deuxième année du deuxième cycle de la maîtrise d'écologie et de celle des sciences de la vie et de la terre.

- Maîtrise écologie : Le module intitulé « Evolution », conçu dans une approche interdisciplinaire, vise l'évolution et ses mécanismes.
- Maîtrise SVT : Le module intitulé « Evolution animale », quoiqu'incluant un enseignement relatif aux théories de l'évolution, ne vise que l'évolution animale. Quant à l'enseignement relatif à « l'Evolution dans le règne végétal », il est intégré au module de biologie végétale, sans pour autant, que ce dernier soit conçu dans une approche évolutionniste.

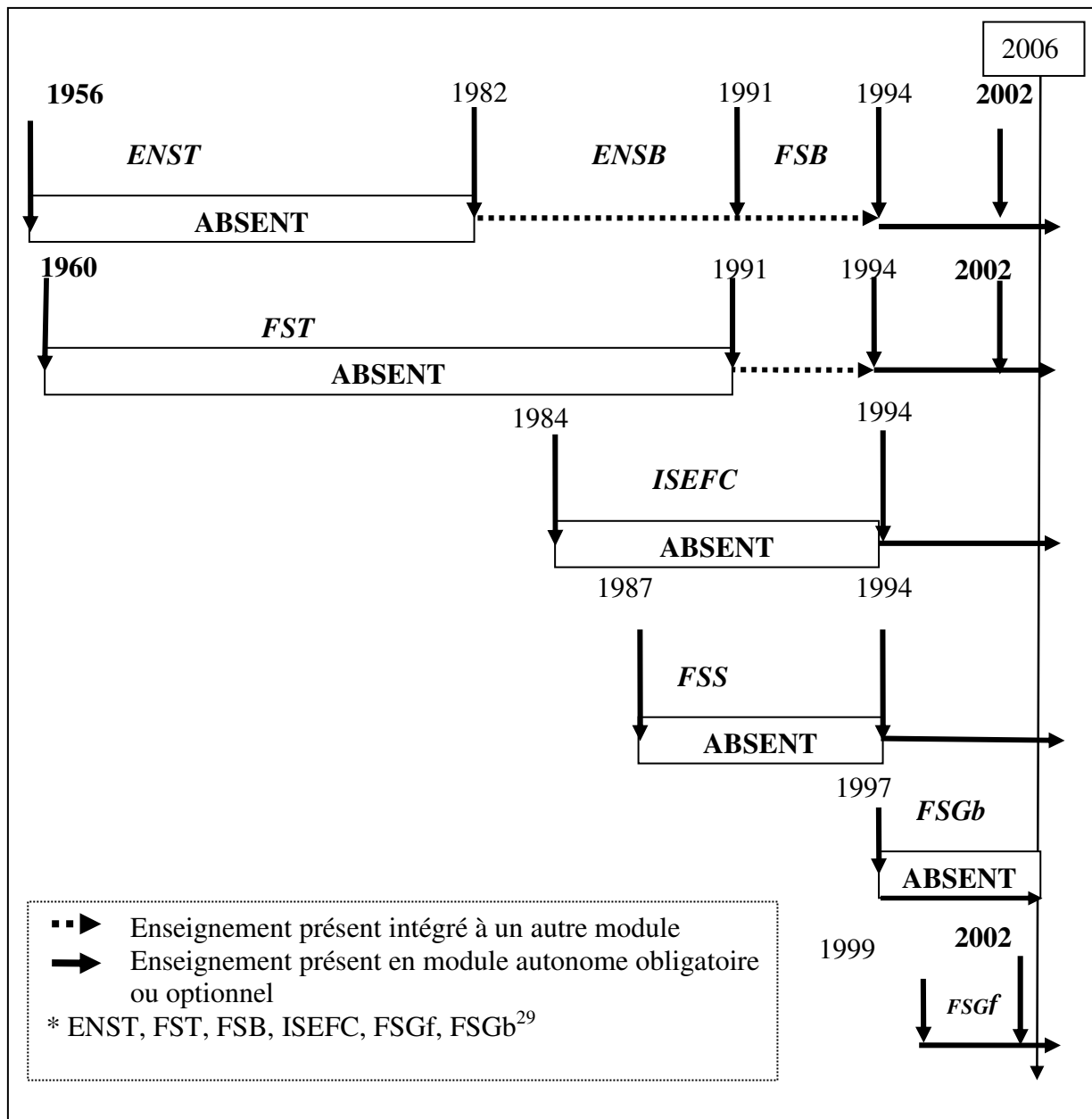


Figure 4. Histoire chronologique de l'enseignement de l'évolution du vivant au supérieur en Tunisie

Ainsi, l'enseignement de l'évolution dans le monde végétal et celui de l'évolution dans le monde animal se font indépendamment l'un de l'autre. Il s'en suivrait, en l'absence de tout module incluant l'évolution du vivant dans sa globalité, une sorte de cloisonnement de l'enseignement de l'évolution.

- **Selon les enseignants chargés de l'enseignement du module (Annexe 3-3)**

L'enseignement est effectué en fin de maîtrise sciences de la vie et/ou de la terre dans quatre institutions sur six. Dans la cinquième, l'enseignement se fait en troisième année de maîtrise

sciences de la terre et à la fin de la maîtrise sciences de la vie et de la terre. Dans la sixième cet enseignement est absent.

D'une institution à l'autre, le contenu de l'enseignement apparaît très variable. Les enseignants ont évoqué plusieurs raisons expliquant le choix du contenu de leur enseignement : assurer une formation aux PES, préparer les étudiants aux concours du CAPES, etc. Cependant, il semble que le facteur le plus influant sur la fluctuation des contenus de l'enseignement revient à la spécialité de l'enseignant qui en a la charge. En conséquence, à une ou deux exceptions près, l'enseignement de l'évolution dans l'ensemble des vivants est occulté au profit de celui de l'évolution dans le règne animal. Ce fait est un indice de plus du cloisonnement de l'enseignement de l'évolution.

2.2.3. La démarche de l'enquête dans les enseignements spécifiés de l'évolution

Pour repérer ces savoirs relatifs à la méthodologie de validation dans les contenus enseignés, nous avons utilisé la grille de la figure 3.

a. Enseignement spécifié intégré à un autre module

Tel que le contenu est présenté dans les documents relatifs aux programmes (Documents internes à la FST) : « *L'évolution, les processus évolutifs, les modèles moléculaires et les théories de l'évolution* », nous n'y retrouvons aucune allusion à la méthodologie de validation de l'évolution.

b. Enseignement spécifié en module autonome

- **Selon le contenu du projet de réforme de 1997 (Annexe 2-4)**

L'analyse de contenu, réalisée par mots et expressions-pivots (Annexe 2-4), semble montrer la présence d'approche méthodologique mais, d'après l'analyse globalisée et synthétique de l'ensemble du contenu du module, les mentions relatives à la méthodologie de validation de l'évolution du vivant paraissent implicites. Elles ne font l'objet d'aucunes recommandations spéciales et explicites.

- **Selon les enseignants chargés de l'enseignement du module**

Quand la question de l'intégration de la méthodologie de validation de l'évolution dans l'enseignement est abordée avec les enseignants, deux parmi les cinq enseignants interviewés notent qu'ils en parlent succinctement, alors que, les trois autres répondent autre chose

(démarche pédagogique, techniques paléontologiques, techniques biologiques etc.) (Annexe 3-3).

2.3. La perspective évolutionniste dans les contenus d'enseignements des sciences de la vie

Afin de repérer la perspective évolutionniste dans les contenus des enseignements des sciences de la vie, nous avons conçu la grille de la figure 5.

Enseignements des sciences de la vie	Perspective évolutionniste
Zoologie, Botanique, Anatomie comparée, Génétique et polymorphisme, génétique des populations, embryologie comparative, biologie de la reproduction et du développement animal, Evolution du comportement, Botanique systématique, Ecologie générale, Biologie végétale/biodiversité systématique, Biodiversité et organisation du monde animal...	<ul style="list-style-type: none"> - L'organisme est un élément d'un système d'ordre supérieur (espèce, famille etc.) ; - Les organismes sont en relations entre eux ; - La structure du monde vivant est analysée dans un contexte historique

Figure 5. Repérage de la perspective évolutionniste dans les enseignements des sciences de la vie

a- Avant la réforme de 1999-2000

Dans la présentation des programmes des documents internes de la FST, les thèmes paraissent avoir été conçus indépendamment les uns des autres. Ainsi, la perspective évolutionniste, quoique présente dans certains modules, ne nous semble pas être exprimée d'une manière claire et explicite.

b- Après la réforme de 1999-2000

Dans le contenu du projet de réforme de 1997 (Annexe 2-5) l'approche évolutionniste, loin d'être généralisée, accompagne certains modules. Elle y paraît explicitement exprimée.

Nous avons relevé des recommandations de ce type dans les contenus des modules de biologie animale :

Exemple : « Le double objectif de cette formation est de présenter la diversité du monde animal par une étude des principaux phylums des plus complexes aux plus simples et de comparer leur plan d'organisation sur un plan évolutif ».

Aussi, la conception de l'enseignement semble dégager une approche évolutionniste, dans la mesure où l'enseignement semble être orienté sur des études comparatives sur le plan de l'organisation, de la structure, de la fonction, etc. :

Exemple1 : «Evolution et biodiversité du règne végétal ».

Exemple2 : « Evolution de la reproduction sexuée : Anatomie comparée de l'appareil reproducteur dans l'ensemble du monde animal et principalement chez les vertébrés ».

En revanche, l'initiation à la méthodologie de validation relative à l'évolution du vivant ne semble pas faire l'objet de mention ou de recommandations spéciales.

Ainsi, nous constatons que :

- si l'enseignement commence à se généraliser aux institutions qui forment des PES, il demeure, néanmoins, optionnel ou totalement absent dans certaines.
- l'analyse des contenus des enseignements, loin de prétendre à l'exhaustivité, semble montrer un cloisonnement dans la conception des contenus de l'enseignement spécifié de l'évolution du vivant et celui des sciences de la vie.

Par exemple, l'approche synthétique et globalisante des phénomènes et processus évolutifs dans l'ensemble du monde vivant offre une occasion, supplémentaire mais nécessaire, de penser le vivant dans une perspective historique. Or cette dernière ne paraît pas être toujours prise en compte. Il en est de même de la méthodologie de validation.

Il semble que dans l'enseignement spécifié de l'évolution et/ou celui des sciences de la vie à l'université, peu d'importance soit donnée à l'enseignement des méthodologies de validation de l'évolution en tant que science historique.

3. CONCLUSION : INITIATION Á LA DÉMARCHE DE L'ENQUÊTE OCCULTÉE DANS LES PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION

L'enseignement de l'évolution du vivant en Tunisie, aussi bien à l'université qu'au secondaire, paraît se centrer sur l'enseignement des savoirs conceptuels de l'évolution aux dépens de celui de méthodologie de validation relatives à l'évolution. A l'université, il se fait, souvent, indépendamment de la perspective historique de l'évolution.

Ce constat pourrait expliquer la précarité de la formation scientifique des étudiants futurs-enseignants en méthodologies de validation de l'évolution du vivant et, par voie de conséquence, les difficultés des élèves du secondaire à entrer dans une démarche scientifique lors de l'enseignement de l'évolution du vivant.

Ce serait l'une des explications de la précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution du vivant, déjà fragilisé par l'influence des facteurs socio-culturels et son interférence avec les croyances religieuses des étudiants et des élèves (Figure 6).

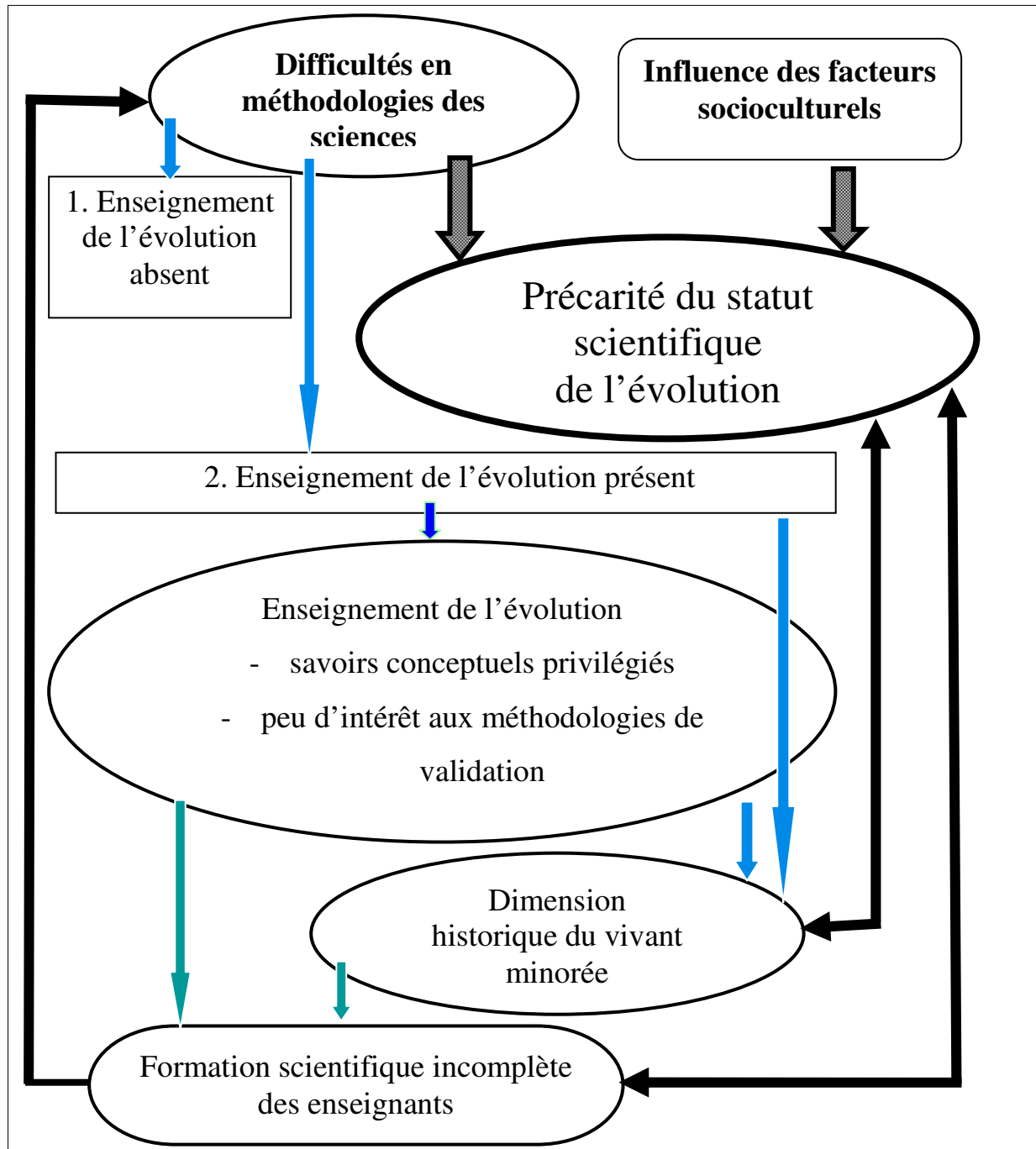


Figure 6. Précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution en Tunisie

V. LE PROJET DE RECHERCHE : UNE RECHERCHE DANS UNE PERSPECTIVE CURRICULAIRE

1. PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE

En plus de difficultés conceptuelles, les élèves tunisiens ont des rapports différents et conjoncturels à l'évolution, fortement influencés par les facteurs socioculturels. Ils rencontrent, également, des difficultés à entrer dans une démarche scientifique en rapport avec l'évolution. Des difficultés similaires, relatives à la méthodologie de validation d'enquête se retrouvent chez les étudiants et des enseignants de SVT. Elles seraient conséquentes du fait que les enseignements de l'évolution, au secondaire et à l'université, sont centrés uniquement sur des savoirs conceptuels. Cette lacune pourrait aussi expliquer, le constat fait de précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution vivant. Cependant, cela ne constituerait qu'une explication partielle, compte tenu du contexte tunisien -fondamentalement arabo-musulman concordiste-, qui conçoit une équivalence argumentative entre le scientifique et le théologique. Pour tenter de remédier à de telles difficultés, les essais didactiques ont testé l'éventualité d'introduire dans l'enseignement de l'évolution du vivant des réflexions épistémologiques sur les caractéristiques et les méthodologies de la science.

Dans ce sens, et compte tenu des particularités du contexte tunisien, notre recherche se propose de développer une perspective militant au statut scientifique de l'enseignement de l'évolution du vivant. Y a-t-il possibilité, pour militer au statut scientifique de l'enseignement de l'évolution, de prendre en compte de telles difficultés et obstacles dans une perspective curriculaire ?

La question posée est : Y a-t-il possibilité de mettre en oeuvre une innovation qui permette la compréhension du statut scientifique de l'évolution du vivant afin de le promouvoir ?

Un traitement des obstacles à la compréhension du statut scientifique de l'évolution par une sensibilisation à la réflexion épistémologique sur la scientificité de ce statut permet-il aux élèves de comprendre ce statut ?

Y a-t-il possibilité d'agir dans des conditions réelles de classe, en situation sociale de débat argumenté, afin de permettre aux élèves de changer épistémologiquement pour s'approprier l'évolution du vivant en tant que savoir scientifique ?

2. UNE RECHERCHE PROSPECTIVE

Les problématiques de recherche en didactique curriculaire questionnent l'enseignement et proposent des actions. L'action se matérialise par la conception, la mise à l'essai et l'évaluation de propositions pour l'enseignement qui touchent au curriculum³¹ ou à un élément de curriculum (Martinand, 1985, 1987).

Notre recherche s'inscrit dans une perspective curriculaire. C'est une proposition innovante qui touche à un élément de curriculum. C'est une proposition potentielle (Lebeaume, 1999) innovante, contrôlée et argumentée, relative à l'enseignement de l'évolution du vivant. Elle tient compte de contraintes de contexte et de mise en œuvre de l'enseignement de l'évolution du vivant au secondaire en Tunisie. Elle entre dans le cadre d'une étude prospective qualitative. C'est une recherche de faisabilité (Astolfi, 1993), incluant une étude de cas inspirée de l'ingénierie didactique (Artigue, 1988).

L'ingénierie didactique constitue l'un des piliers méthodologiques³² de la théorie des situations de Brousseau (1986). En mathématiques, le schéma expérimental des réalisations didactiques en classe prévoit un apprentissage par dévolution du problème à l'élève. Dans ce contexte, la dévolution peut se faire car le problème construit prévoit un seul cheminement pour la résolution. En biologie, à l'inverse des mathématiques, un problème donné ne peut être totalement dévolu à l'élève car sa résolution peut se faire par des cheminements multiples. Pour cette raison, notre méthodologie s'inspire de la dynamique de l'ingénierie didactique, à savoir la conception, la réalisation, l'observation et l'analyse de séquences d'enseignement (Artigue, 1988), sans pour autant, épouser le contexte de la situation didactique de Brousseau.

La méthodologie comporte deux temps :

- Le premier temps comporte la construction du dispositif didactique et sa mise à l'essai.

La construction du dispositif repose sur le choix didactique de travail des obstacles à la compréhension du statut scientifique de l'évolution du vivant.

³¹ « Le curriculum est un ensemble d'actions planifiées pour susciter l'instruction : définition des objectifs de l'enseignement, contenu, méthodes (y compris l'évaluation), matériels (y compris les manuels scolaires et dispositions relatives à la formation adéquate des enseignants » (De Landsheere, 1976, p.16)

³² PERRIN-GLORIAN, M-J. (1994). Théorie des situations didactiques : Naissance, Développement, Perspectives. In M. Artigue & al. (coord). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, (pp97-144). Pensée Sauvage : « *Mais la théorie des situations c'est avant tout un réseau de concepts ainsi que des méthodes de recherches et des protocoles d'expérimentation, appuyés notamment sur l'ingénierie didactique...* » p : 141.

Le dispositif est conçu autour d'une situation didactique dont les enjeux didactiques des séquences sont organisés autour d'un ensemble d'objectifs-obstacles. Afin de cibler ces objectifs, il est prévu une sensibilisation à la réflexion épistémologique. La sensibilisation à la réflexion épistémologique est conçue dans un contexte social interactionnel verbal.

La mise à l'essai du dispositif est une mise en œuvre du dispositif d'enseignement construit dans des conditions réelles de la classe.

- Le deuxième temps comporte l'évaluation du dispositif didactique. Elle se situe à deux niveaux.

Le premier niveau correspond à l'évaluation interne du dispositif didactique. Il s'agit d'évaluer le dispositif en tant que dispositif d'enseignement à travers les dimensions retenues, soient : la dynamique interactionnelle, la sensibilisation à la réflexion épistémologique et le travail des obstacles.

Le deuxième niveau correspond à l'évaluation externe du dispositif didactique. C'est une comparaison entre avant et après enseignement. Elle comporte une analyse comparative des productions verbales des élèves en interviews semi-directives en pré-enseignement (pré-test) et en post-enseignement (post-tests) pour appréhender l'impact du dispositif mis en œuvre.

Pour ces évaluations, seules les productions verbales, à l'exclusion de tout autre outil sémiotique, feront l'objet d'une analyse.

Il est assez difficile de se référer à un seul cadre théorique en matière d'analyse des interactions langagières verbales. Pour accomplir l'analyse des différents corpus de la recherche (interviews et dialogues de classe) et pour réaliser les objectifs d'analyse, deux principaux cadres théoriques, sont utilisés :

- le cadre de l'analyse de contenu (Bardin), en procédant principalement à des analyses de type logico-sémantiques (Mucchielli, 1974) ;
- l'analyse de discours dans une approche interactionniste, en déterminant la structure du discours (Kerbrat-Orecchioni, 1990, Traverso, 1999) et en considérant le langage comme activité (Austin, 1962 ; Searle, 1972 et Kerbrat-Orrechioni, 2001).

DEUXIÈME PARTIE
LE DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT

La proposition innovante se matérialise dans un dispositif d'enseignement relatif au domaine empirique de l'évolution du vivant au secondaire en Tunisie. Le dispositif conçu est mis à l'essai puis évalué, en vue d'une ouverture sur des possibilités de généralisation.

Nous abordons :

- la conception et la mise en œuvre du dispositif d'enseignement conçu ;
- l'évaluation et l'analyse critique du dispositif conçu et mis à l'essai.

Nous explicitons :

- le choix théorique didactique à la base de la conception du dispositif d'enseignement,
- les choix des cadres théoriques de construction du dispositif d'enseignement,
- les conditions de mise en œuvre du dispositif d'enseignement,
- l'évaluation des apports du dispositif mis en œuvre en fonction de celle des cadres théoriques choisis.

Enfin, nous procédons à l'analyse critique du dispositif mis en œuvre par rapport à des possibilités de généralisation.

A. CONCEPTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT

Le dispositif conçu est un dispositif didactique dont la conception est orientée sur une stratégie didactique de travail des obstacles.

I. UN DISPOSITIF DIDACTIQUE

Le terme « dispositif » est polysémique (Hermès 25, 1999). Nous adoptons l'acception de Berten (1999) qui apparaît la mieux adaptée à nos choix théoriques :

« Les dispositifs, c'est une manière d'envisager l'environnement naturel ou construit de l'homme comme lieu non d'acquisition et de transmission de savoir, mais comme réseau de médiation du savoir -à partir de quoi, certes peuvent émerger des acquisitions et des transmissions. Mais dans la mesure où il s'agit de médiation, on ne peut pas prédéterminer ce qui sera appris. » (p : 42).

Notre dispositif est didactique. Il est relatif à un contenu spécifique, celui de l'évolution du vivant et il vise des objectifs-obstacles (Martinand, 1985, 1989) au statut scientifique de l'évolution du vivant.

1. UNE STRATÉGIE DIDACTIQUE DE TRAITEMENT DES OBSTACLES

Le dispositif didactique est organisé autour d'une situation d'enseignement centrée sur une stratégie didactique de traitement des obstacles (Astolfi et Peterfalvi, 1997) qui vise un accompagnement épistémologique.

D'après Astolfi et Peterfalvi (1997) et Peterfalvi (2001), la stratégie didactique de travail d'un obstacle comporte différentes étapes d'intervention :

- Le diagnostic des conceptions : cette étape permet d'abord de faire émerger les conceptions, ensuite, de caractériser le ou les obstacles qui y sont sous-jacents.
- Le traitement des obstacles : une fois l'obstacle caractérisé, il s'agit de le traiter en trois moments : la *déstabilisation*, la *reconstruction alternative* et l'*identification*.

2. UN TRAITEMENT DES OBSTACLES VISANT UN ACCOMPAGNEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE

L'objectif du dispositif conçu est de travailler deux principaux obstacles à l'apprentissage de l'évolution du vivant : l'obstacle conception « composite », relatif à l'explication de la diversité du vivant, et l'obstacle général « amalgame des référentiels argumentatifs ».

Le premier obstacle correspond à une conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant. Les élèves tunisiens expliquent et argumentent la diversité du vivant de façon conjointe par l'œuvre divine et par les processus évolutifs de la théorie de l'évolution. Ainsi, les élèves amalgament deux référentiels argumentatifs différents, le référentiel scientifique et le référentiel théologique (Aroua et *al.*, 2001).

En fait, la conception « composite » relative à l'explication de la diversité du vivant, n'est qu'un obstacle sous-jacent au deuxième obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » ou « équivalence argumentative des référentiels argumentatif », lequel est plus général. Cet obstacle est plus général car il ne correspond pas uniquement au savoir de l'évolution du vivant. En effet, dans le contexte tunisien concordiste, il y a une entente entre Science et Religion. Les connaissances sont conçues dans une continuité conceptuelle et argumentative entre les deux registres scientifique et religieux. (Cf. ; Partie I. chapitre III.).

Ce contexte concordiste fragilise le statut scientifique de l'enseignement de l'évolution. Cependant, l'enseignement scientifique tunisien de l'évolution du vivant contribue, également, à la persistance de tels obstacles, dans la mesure où l'enseignement des méthodologies de validation relatives à l'évolution est occulté (Cf. Partie I. Chapitre IV.).

En effet, sachant que l'évolution tire une grande part de sa légitimité scientifique de sa méthodologie de recherche et de validation, à savoir la démarche de l'enquête (Cf. Partie I. Chapitre II. 2.), nous constatons que cet enseignement se centre sur les contenus conceptuels de l'évolution en occultant la démarche de l'enquête. Il en résulte des difficultés méthodologiques relatives à la démarche de l'enquête chez les élèves et les enseignants (Cf. Partie I. Chapitre IV.).

Ainsi, le contexte concordiste et l'enseignement scientifique tunisien de l'évolution contribuent à l'existence des deux obstacles : « amalgame des référentiels argumentatifs » et conception « composite » dans le contexte social et le contexte scolaire scientifique tunisiens (Figure 7).

Dans le dispositif conçu, la fragilité du statut scientifique de l'évolution du vivant est travaillée par un traitement des deux obstacles repérés et sus-cités.

Le traitement des obstacles est abordé par les difficultés des élèves relatives à la méthodologie de validation de l'évolution du vivant (Figure 8).

Ce traitement vise un accompagnement épistémologique. L'accompagnement épistémologique consiste en une incitation des élèves à la réflexion, accompagnant la construction de savoirs relatifs à la méthodologie scientifique de validation par enquête, appliquée à l'évolution du vivant. Son objectif est un changement épistémologique chez les élèves qui permettrait :

- une clarification du référentiel scientifique ;
- une clarification qui préparerait à un apprentissage de l'évolution du vivant en tant que savoir scientifique issu d'une science historique.

II. AUTRES CADRES THÉORIQUES RETENUS POUR LA CONCEPTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT

L'objectif didactique du dispositif d'enseignement est un traitement d'obstacles au statut scientifique de l'évolution du vivant.

La conception du dispositif innovant sollicite trois registres :
épistémologique, psychologique et pédagogique (Martinand, 1987).

- Un registre épistémologique qui délimite le contenu du domaine empirique, le type de stratégie didactique et les savoirs que les élèves doivent maîtriser.

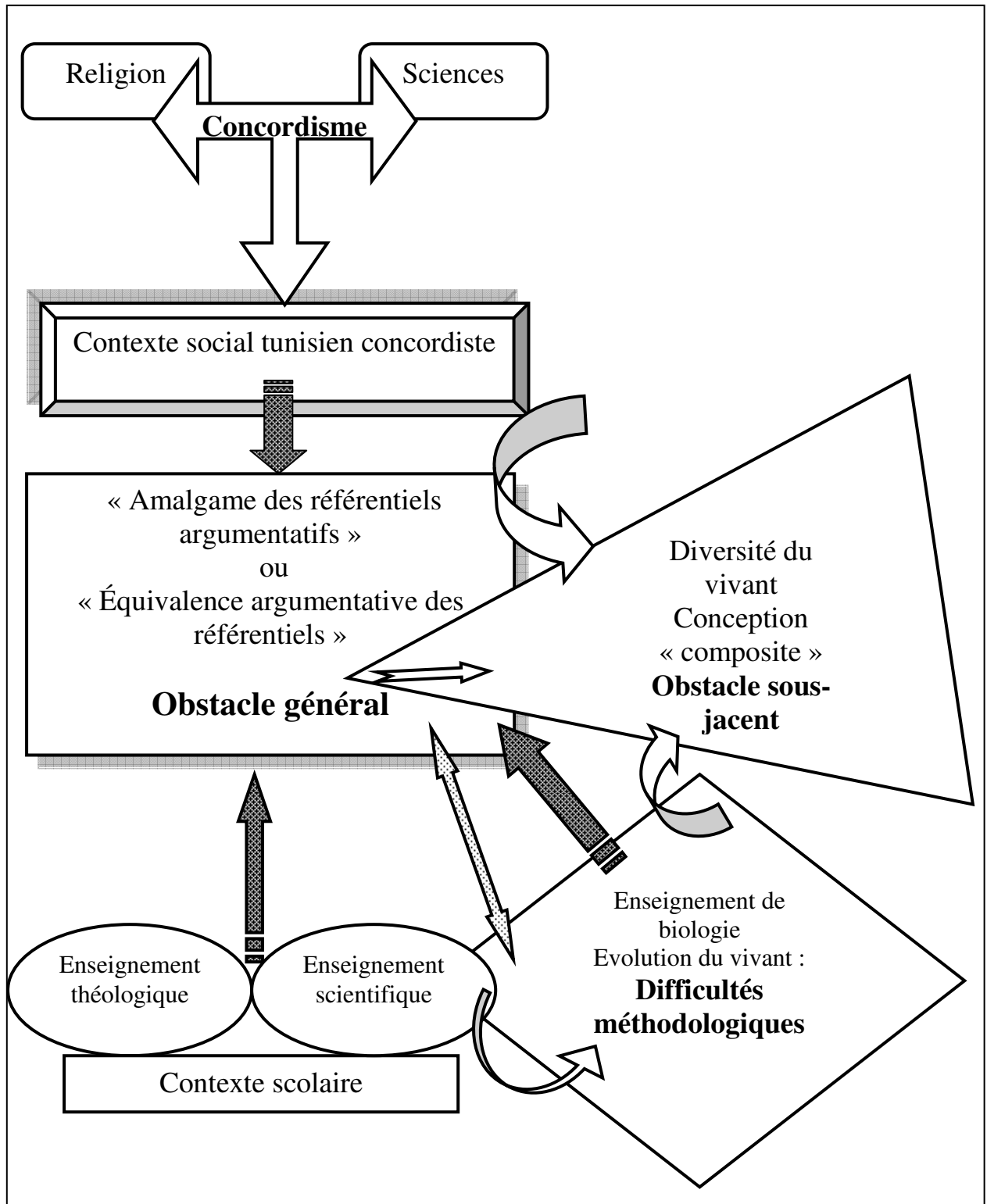


Figure 7. Obstacles relatifs à l'explication de la diversité du vivant situé dans le contexte social et scolaire tunisien

- Un registre psychologique qui fixe les conditions d'appropriation par les élèves des savoirs proposés.
- Un registre pédagogique qui s'intéresse à la prise en charge de l'innovation par l'enseignant.

1. UN REGISTRE ÉPISTÉMOLOGIQUE

L'enseignement conçu est relatif au domaine empirique de l'évolution du vivant. Il vise un accompagnement épistémologique en contexte interactionnel favorisant un discours réflexif et critique, afin d'inciter et de sensibiliser les élèves aux réflexions épistémologiques.

D'après Leach (2001), il n'y a pas encore de consensus concernant les approches d'enseignement qui permettent de promouvoir des réflexions épistémologiques chez les élèves. Pour Ratcliffe & al (2001), enseigner des aspects épistémologiques de la science tels les caractéristiques de la science est possible et même désirable. Mathews (1994) propose un enseignement explicite en histoire et philosophie des sciences, tandis que Khun (1993) et Driver et ses collaborateurs (2000) proposent un enseignement usuel de science qui cultive les réflexions épistémologiques. Dans de telles perspectives, Halloun (1998) attire l'attention sur la nécessité de compétences épistémologiques chez les enseignants et Abd-El-Khalick (2005) constate que des enseignants ayant suivi une formation en philosophie des sciences intègrent plus facilement des réflexions sur la nature de la science dans leur enseignement.

Par ailleurs, de nombreuses recherches proposent d'intégrer l'aspect social de l'activité scientifique dans la classe (Khun, 1993 ; Driver & al. 2000 ; Orange, 2000, 2001 ; J.Rod Watson, 2004). D'autres recherches, à visée plus pragmatique, proposent d'intégrer des réflexions épistémologiques sur la nature de la science, la construction du savoir scientifique et les caractéristiques méthodologiques de la science par le biais des interactions langagières, en vue d'une meilleure intégration du savoir scientifique (Sonora Luna & al., 2000 ; Leach, 2001 ; Simmoneaux, 2001 ; J.Osborne & al. 2001 ; Simon & al., 2002 ; Dawes, 2004).

Pour le cas particulier de l'évolution, Scharmann et Harris (1992) constatent que l'introduction de réflexions épistémologiques en formation d'enseignants a permis à ceux-ci une meilleure aisance dans leur enseignement de l'évolution. La mise en place de débats peut promouvoir la réflexion et le raisonnement scientifique pour Smith, 1994 ; Cobern, 1994 ; Zuzovsky, 1994 ; Duven et Solomon, 1994 ; Rudolph et Stewart, 1998 et Sandoval et Morrison, 2003.

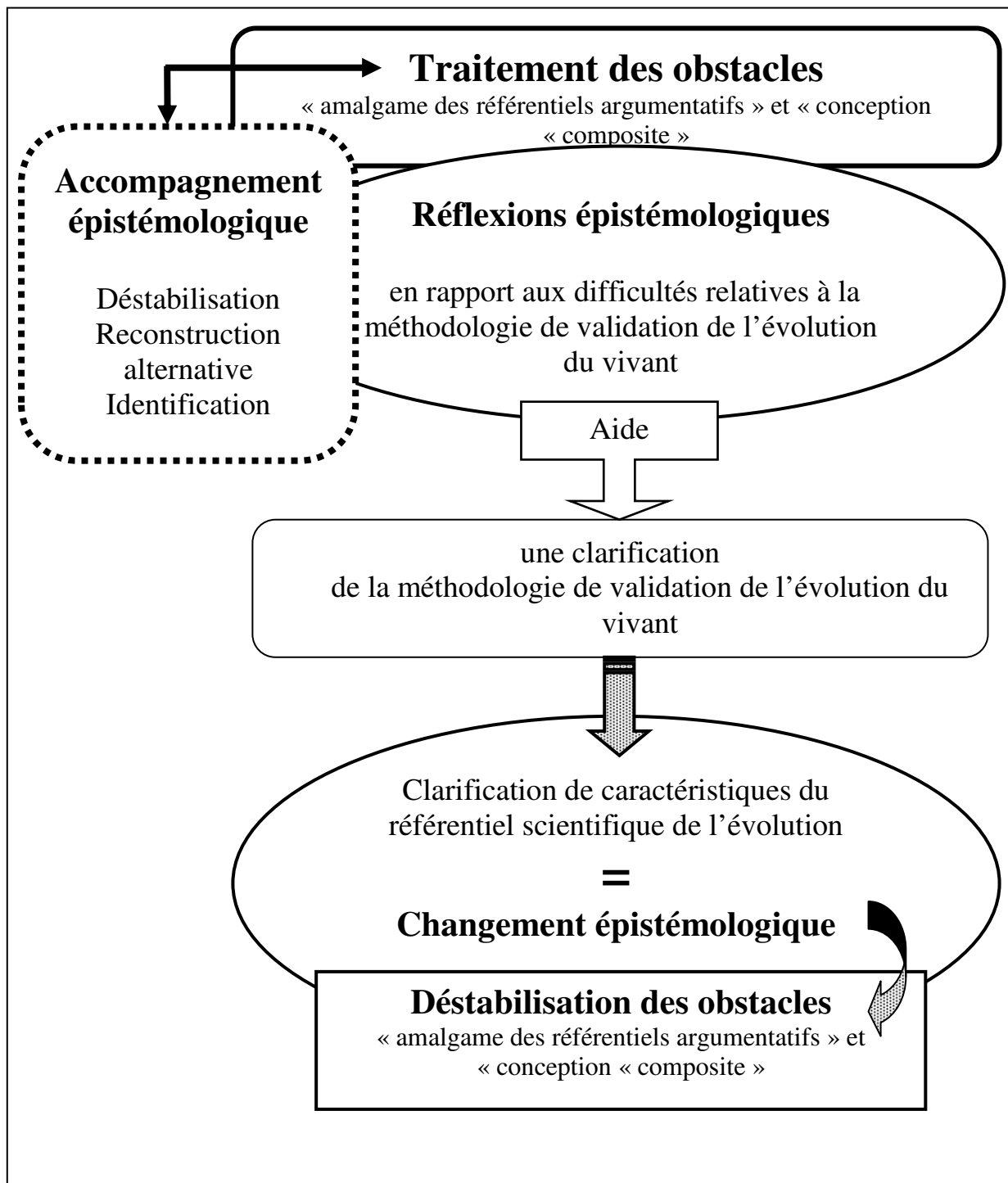


Figure 8. Un traitement d'obstacles qui vise un accompagnement épistémologique

D'autres recherches, sujettes à controverses actuellement, approuvent l'activité argumentative comme pratique essentielle dans la construction du savoir scientifique. Selon Driver (2000), c'est une manière de familiariser les élèves avec les pratiques et les normes argumentatives du milieu scientifique. C'est une manière d'initier les élèves aux prises de décision argumentées et fondées (Simmoneaux, 2001), aux controverses (Hubat et Gaudillère, 1992) et au changement d'opinion par la mise en commun des idées des uns et des autres (Jimenez Alexandre, 2000).

☞ Notre choix épistémologique est un discours réflexif et critique orienté vers l'argumentation, selon l'approche de Meyer (1982, 1996). Meyer (1996) explique que l'argumentation se joue au niveau du langage, car c'est au niveau de ce dernier que s'opère la *problématique* et les rapports intersubjectifs entre individus :

*« Mais en argumentation tout le poids de l'attention est sur la **question** et non sur la distance qu'elle traduit ; on débat, on discute d'une **question** et c'est elle qui détermine le raisonnement à suivre. »* (p : 17).

Meyer (1982) précise aussi que l'argumentation se déploie dans une situation d'interrelation qui prend place lorsqu'une *question* est explicitement abordée : « *Soulever une question -ce qui est le propre du discours- c'est argumenter* » (p : 136).

Les élèves tunisiens conçoivent une équivalence référentielle argumentative entre référentiels scientifique et théologique (non-scientifique) lorsqu'ils argumentent la diversité du vivant. (Figure 7). La sensibilisation à la réflexion épistémologique orientée vers l'argumentation vise alors une construction de savoirs questionnés de l'évolution. Elle porte sur des critères de scientificité de l'évolution du vivant. Elle permettrait aux élèves de clarifier le référentiel argumentatif scientifique afin de le distinguer d'un référentiel non-scientifique (théologique).

C'est à travers un accompagnement épistémologique à la construction de savoirs relatifs aux méthodologies de validation en biologie et en évolution du vivant et de savoirs conceptuels de l'évolution, que nous recherchons des critères de scientificité de l'évolution. Critères, qui tout au moins sur un premier plan, permettraient de caractériser le référentiel argumentatif scientifique de l'évolution du vivant.

L'accompagnement épistémologique appelle une sensibilisation à la réflexion épistémologique et au discours distancié chez les élèves.

2. UN REGISTRE PSYCHOLOGIQUE

Selon Vygotsky (1934), les processus mentaux possèdent une origine sociale. Leur source se situe dans l'héritage culturel. La culture se transmet par le biais ou la médiation de signes et de systèmes de signes : les outils et les instruments intellectuels. Ces derniers sont des constructions sociales externes à l'individu, elles s'intériorisent pour faire partie intégrante du système de l'individu. Reconnaître une origine sociale aux signes et systèmes de signes, signifie que l'appropriation de ces derniers se réalise lors des interactions sociales, ce qui suppose des rapports interindividuels et des rapports à l'objet. S'agissant des concepts, ces rapports sont médiatisés par des signes, dans le cas des concepts « quotidiens », et par des systèmes de signes dans le cas des concepts « scientifiques ». L'étude de ces médiations sémiotiques aide à la compréhension des processus de développement cognitif. La construction individuelle de la connaissance se fait à travers les interactions individuelles.

Le développement cognitif résulte de l'héritage culturel et des transmissions interindividuelles de savoir et de savoir faire qui supposent des interactions de tutelle. Ces interactions peuvent instituer un climat de collaboration orienté vers l'acquisition. Dans cette perspective vygotskienne, l'éducation devient un processus de transmission et d'appropriation de la culture où le langage occupe l'un des rôles primordiaux.

Par ailleurs, son hypothèse de la zone proximale de développement fournit une justification fondamentale à la pédagogie et à l'éducation, dans le sens où cette zone correspond à

« ce que l'enfant ne peut pas accomplir seul, mais qu'il peut accomplir avec l'aide d'autrui³³ ».

Dans ce sens, tout apprentissage est social et suppose donc une médiation. Vergnaud (2000) précise que les processus de médiation dans la théorie de Vygotsky ont deux dimensions distinctes mais non indépendantes : la médiation par l'adulte et la médiation par les signes. Dans les processus d'acquisition, Vygotsky privilégie l'interactionnisme avec autrui par les signes langagiers. Les opérations intellectuelles se réalisant par la médiation du langage. En psychologie sociale du développement (Mugny & al. 1985), les interactions sociales sont considérées comme génératrices de progrès cognitif et d'acquisition de compétences. Cette optique, d'inspiration piagétienne mais qui rompt avec l'individualisme dans le développement cognitif, octroie un rôle central au conflit sociocognitif dans le progrès

³³ VERGNAUD, G. (2000). *Lev Vygotski. Pédagogue et penseur de notre temps*, Paris : Hachette. p : 81.

cognitif, que ce soit entre enfants ou entre enfants et adulte. Les causes du progrès cognitif se situent dans le conflit de centration que vivent socialement les individus lors des interactions.

Perret-Clermont et Doise (1996) ont cherché à montrer l'avantage que présentent les interactions sociales dans l'appropriation individuelles de compétences initialement collectives. Perret-Clermont, Schubauer-Léoni, Balachef et Laborde (Mugny & *al.*, 1985) ont constaté les mêmes avantages aux interactions sociales dans des situations d'apprentissage scolaire de contenus disciplinaires mathématiques.

Dans une perspective sociale vygotkienne et interactionniste, la construction de la connaissance en classe résulte de l'interaction sociale entre élèves, et entre enseignant et élèves. Selon cette perspective, l'apprentissage, y compris celui des concepts scientifiques, est une internalisation au plan intrapsychique d'un discours interpsychique. Il se fait grâce à l'aide d'autrui, principalement, par le biais du langage. La dimension du discours dans le contexte social de la classe prend de l'ampleur, nécessairement pour l'enseignant, mais également pour les pairs de la classe. Dans un enseignement de science, l'aide de l'enseignant n'est plus conçue en tant que transmission mais, en tant qu'une construction de sens dans l'interaction à propos d'un référent empirique. Le discours de classe se veut réflexif, pour aider à une construction de savoir qui implique l'activité propre de l'élève.

☞ Notre choix s'inscrit dans une perspective socioconstructiviste interactionniste (Joannaert & *al.*, 2003) où l'enseignant, tuteur ou médiateur, favorisera le discours réflexif et distancié des élèves sur leurs propres connaissances et autour du référent empirique (Martinand, 1994) relatif, dans le cas présent, à l'explication de la diversité du vivant et à l'évolution du vivant.

3. UN REGISTRE PÉDAGOGIQUE

Dans un cadre social interactionnel, deux modes de gestion de la classe peuvent être définis : la tutelle et la médiation (Dumas-Carré & Weil-Barais, 1998).

- **Tutelle**

Winykamen (1998), reprenant Bruner, définit les interactions tutorielles comme une entreprise de collaboration, à travers laquelle on aide l'enfant à se développer. Dans ce modèle développemental, six fonctions au tutorat sont retenues :

- 1- l'enrôlement du sujet dans la tâche,
- 2- la réduction des difficultés,
- 3- le maintien de l'orientation par rapport aux objectifs,

- 4- la signalisation des caractéristiques déterminantes,
- 5- le contrôle de la frustration
- 6- la démonstration.

Entre le sujet qui apprend et le sujet qui l'assiste existe une relation de guidage ou de tutelle. Les interactions de tutelle pour la résolution d'une tâche sont une forme d'organisation des interactions en situation de construction, d'acquisition et de transmission de connaissances. Les interventions du tuteur permettent au novice de progresser dans la résolution de la tâche.

Selon Winnykamen (1998), l'interaction de tutelle suppose toujours, même s'il y a une spécificité des contenus, trois conditions :

- 1- une dissymétrie des compétences relatives à la tâche,
- 2- l'implication des partenaires dans l'interaction ou enrôlement des partenaires et
- 3- une activité d'aide du tuteur au novice pour s'approprier une connaissance, un savoir faire, etc.

Le tutorat possède des fonctions

- *générales* : l'évaluation, le maintien de l'attention, le maintien de la progression et l'encouragement, et
- *spécifiques* liées à la nature du contenu de la tâche.

Weil-Barais (1994) précise que les relations de guidage sont fonction du contexte éducatif. Un guidage est perçu et construit en fonction d'objectifs éducatifs et pédagogiques. Actuellement, il est relié à ses effets sur le développement et les modifications des connaissances, avec une centration sur les contenus dans le domaine de la didactique.

• **Médiation**

Le concept de médiation est double (Lenoir, 1996). Il y a la médiation cognitive et la médiation didactique. Appliquée à la didactique ce concept devient central :

« en ce qu'il appartient au rapport d'apprentissage lui-même, en tant que langage (la dimension sémantique) et en tant que démarche d'une part, et, d'autre part, en ce qu'il désigne la nécessaire médiation d'un intervenant externe venant assurer les conditions (qui ne sont donc pas simplement instrumentales) les plus favorables à l'actualisation du

rapport S-DA-O, où S désigne des sujets en interactions, O les contenus des disciplines scolaires et DA la médiation cognitive »³⁴.

En tant qu'intervenante externe, l'enseignant médiateur est intermédiaire entre le savoir (scientifique) et l'élève. Il utilise des outils de médiations, dont le langage, pour négocier avec l'(les) élève(s) des changements cognitifs, épistémologiques, etc. Les élèves sont invités à débattre jusqu'à ce qu'il y ait un compromis, un accord sur l'objet en discussion. Weil-Barais & Dumas-Carré (1998) parlent de construction d'une connaissance négociée. L'action de médiation a des buts modulables selon la progression de la négociation.

☞ Notre choix pédagogique relève d'une gestion de la classe sous le mode de la tutelle et/ou de la médiation. La médiation devrait y être dominante pour favoriser un discours distancié.

Par rapport à un savoir disciplinaire donné, la gestion de la classe devient tributaire non seulement des spécificités disciplinaires, mais aussi des spécificités des interactions verbales génératrices de progrès cognitif relatif au savoir en question. Ainsi, plusieurs aptitudes professionnelles sont nécessaires chez l'enseignant telles que la maîtrise du contenu scientifique enseigné, l'aptitude à la réflexion épistémologique relative au savoir en question, additionnée d'une compétence adaptative de ces deux exigences à celle de la gestion interactive de la classe.

Pour ces raisons, l'enseignant choisi pour l'accomplissement de la mise en œuvre, devait répondre à ces aptitudes :

- une compétence de la gestion de la classe sous le mode de la tutelle et de la médiation,
- une maîtrise du contenu de l'évolution du vivant,
- une aptitude à la réflexion épistémologique, ce qui supposait une formation en épistémologie des sciences et de la biologie,
- une aptitude à gérer une stratégie didactique de traitement d'obstacle, ce qui supposait également une formation en didactique de la biologie.

³⁴ LENOIR, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raïsky & M. CAILLOT (Eds), *Au-delà des didactiques le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs* (pp. 223- 251). Belgique : De Boeck, p : 242.

4. INTÉGRATION DES CADRES COMMUNICATIONNEL INTERACTIF ET ÉPISTÉMOLOGIQUE

La perspective interactionniste retient un cadre communicationnel interactif. Toute interaction est médiatisée. Le langage, considéré comme médiation sémiotique, assure une grande part des rapports humains. Habermas (1987) cité par Bronckart (1997) définit le langage en tant que :

« ...production spécifique à travers laquelle les humains construisent ensemble les coordonnées formelles des mondes, coordonnées, qui en rendant possible l'évaluation des interactions en cours, font passer ces dernières du statut d'évènement naturel au statut d'activité fédératrice d'action sensées. » (p : 209).

Habermas (1991) précise aussi que l'usage du langage est double. Le premier mode a une portée cognitive dans le sens où la relation étudiée est la relation entre les phrases et le monde (Langage-réalité). Le locuteur communique avec un auditeur à propos de quelque chose existant dans le monde. Le deuxième mode a une portée communicationnelle, il correspond à l'herméneutique qui se préoccupe du langage au travail :

« (le langage) est utilisé par les participants pour accéder à la compréhension commune d'une chose, ou pour atteindre une même manière de voir » (p : 45)

Berrendonner (1990) explique que l'interactionnisme a deux sortes de conséquences : toute interaction est à la fois fondamentalement polémique et conflictuelle et à la fois un processus fondamentalement coopératif.

En contexte social, le progrès cognitif peut aussi bien être généré par un travail interactif conflictuel coopératif, tout comme le conflit de centration ou le conflit sociocognitif (Mugny & al., 1985), que par un travail interactif coopératif à visée heuristique (Nonnon, 1996b).

Le cadre théorique socioconstructiviste prévale l'importance des interactions sociales dans la construction du savoir. Ce courant permet de penser la classe à travers les interactions. Nonnon (1996b, 1999) précise que les échanges langagiers en situations scolaires visent une construction du savoir chez l'élève, alors que les réflexions sur les échanges verbaux en classe se font sur deux plans.

Sur le plan pédagogique, elles permettent de penser les relations et les situations favorisant les prises de paroles ; ainsi, selon Dumas- Carré et Weil- Barais (1998) :

« L'enseignant n'est plus celui qui transmet les connaissances sous une forme expositive, mais celui qui aide les élèves à en construire à l'occasion des interactions didactiques »
(p : 5)

Sur le plan didactique, deux préoccupations émergent : Les verbalisations et les échanges sont des objets d'apprentissage, ou bien ils constituent des outils au service des apprentissages.

Pour Nonnon des enjeux actuels de l'école seraient :

« ... de développer à travers la verbalisation et les échanges, des démarches d'apprentissage et de conceptualisation, l'acquisition de connaissances, d'attitudes intellectuelles et l'accès à une culture commune... » (p : 55)

Martinand (1985) considère l'importance d'un référent empirique dans la construction des savoirs scientifiques. Le discours langagier par rapport à ce référent empirique acquiert alors un statut d'outil au service d'un apprentissage en sciences. Des recherches relatives à l'enseignement des sciences et qui s'attachent à la dimension épistémologique, privilégient le contexte social et les interactions langagières, pour favoriser la construction de savoirs scientifiques spécifiques et méthodologiques (*Aster* n°37, 2003 et *Aster* n°38, 2004). Pour Khun (1993), lors de son enseignement, la science ne devrait pas être présentée uniquement comme activités d'exploration et de découverte, mais également comme activités de débat et de controverse. C'est une occasion, selon Simon (2002), pour promouvoir le raisonnement scientifique et par la même promouvoir le raisonnement en général. Orange (2000, 2001) argumente que les débats scientifiques de classe aident à la perception de la science comme lieu de construction de problème. Pour Schneeberger (2002, 2003), ils sont susceptibles d'aider dans l'élaboration et la conduite d'un projet de recherche à caractère expérimental. Watson (2004) constate que les questions et les problèmes scientifiques se résolvent en interaction, via l'argumentation. Ainsi, débattre et argumenter peuvent contribuer à l'enseignement scientifique. Partant du présupposé qu'acquérir un savoir scientifique suppose l'acquisition du langage qui lui est spécifique, il y a nécessité d'engager les élèves dans un travail interactif par le moyen du langage, de proposer une activité structurée, médiatisée par le langage qui permettrait de donner sens aux activités scientifiques et d'acquérir les concepts scientifiques (Dawes, 2004 ; Jaubert et Rebière, 2000) et de s'approprier les stratégies langagières scientifiques (Sonora Luna, 2000).

L'intégration des dimensions interactions langagières et réflexions épistémologiques orientées vers l'argumentation, en classe de sciences, paraît une occasion pour considérer le progrès cognitif, non pas selon la seule dimension individuelle, mais selon une dimension sociale.

☞ Notre choix s'oriente vers une intégration des cadres communicationnel interactionnel et épistémologique pour instaurer des débats de classe où une réflexion épistémologique est favorisée autour du référent empirique relatif à l'explication de la diversité du vivant et l'évolution du vivant.

5. CONCLUSION : INSTAURER DES DÉBATS DE CLASSE, SUSCITER LA RÉFLEXION DISTANCIÉE POUR CONSTRUIRE DES SAVOIRS DE L'ÉVOLUTION

La construction du dispositif didactique basé sur une stratégie de traitement des obstacles intègre des cadres théoriques épistémologique, socioconstructiviste, communicationnel interactionnel et pédagogique.

En conséquence du choix socioconstructiviste interactionnel, et afin de permettre un investissement particulier des élèves dans l'accomplissement de leurs tâches, le dispositif inclut des séquences d'enseignement où alternent débats argumentés en petits-groupes d'élèves et apprentissage interactif dans l'ensemble du sous-groupe classe. Aussi, la gestion de la classe, est-elle conçue en conséquence, sous le mode de la médiation et/ou de la tutelle.

Les débats de classe instaurés favorisent un discours distancié chez les élèves, relatif à l'explication de la diversité du vivant et à l'évolution du vivant. Ce serait une sensibilisation des élèves à la réflexion épistémologique en interactions verbales qui leur permettrait de construire des savoirs de méthodologie de l'enquête appliquée à l'évolution et des savoirs conceptuels de l'évolution.

Cette démarche contribuerait à un changement épistémologique des élèves, afin de concevoir l'évolution du vivant comme un savoir scientifique et faisant partie des sciences historiques.

III. CONSTRUCTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT

Le dispositif étant considéré comme support, cadre et balise de l'action (Peeters et Charliers, 1999), dans cette partie, nous décrivons le dispositif didactique avec ses différentes dimensions : tâches des élèves et actions de l'enseignant conçues *a priori* ainsi que leurs modalités de mise en œuvre.

Les tâches des élèves et les actions de l'enseignant sont conçues en fonction, d'une part du choix didactique, consistant en un travail d'obstacles et, d'autre part, en fonction d'une intégration des autres choix théoriques épistémologique, communicationnel, pédagogique et

socioconstructiviste : soit une construction de savoirs en contexte d'accompagnement épistémologique interactif permettant un changement épistémologique chez les élèves.

Ces choix ont guidé la construction de l'ensemble du dispositif d'enseignement prévu. Les prévisions pour la construction de ce dispositif concernent la dynamique interactionnelle, les enjeux didactiques des séquences et sous-unités d'enseignement, les référents empiriques envisagés par les aides didactiques, les actions prévues de l'enseignant, les tâches des élèves, le déroulement des différentes séquences d'enseignement et enfin l'organisation générale du dispositif didactique.

1. DYNAMIQUE INTERACTIONNELLE

- **Niveaux d'interaction**

La gestion de la classe est prévue sous le mode de la tutelle et/ou la médiation (Weil-Barais & Dumas Carré, 1998). Les interactions sont prévues à deux niveaux, l'un symétrique et l'autre dissymétrique (Figure 9).

- **Planification des aires interactives**

La séquence introductive se réduit à une séquence d'apprentissage. La première, la deuxième et la troisième séquence d'enseignement sont constituées d'une alternance de mise en débat dans les groupes et d'apprentissage dans l'ensemble du sous-groupe classe. Les élèves accomplissent leurs tâches, en premier lieu individuellement³⁵, en deuxième lieu en interactions entre pairs dans les petits groupes³⁶ et, en troisième lieu, dans l'ensemble du sous-groupe classe avec l'enseignant (Figure 10).

2. ENJEUX DIDACTIQUES DES SÉQUENCES D'ENSEIGNEMENT

Les enjeux didactiques sont conçus en fonction du choix didactique de traitement des obstacles. La dynamique du dispositif prévoit quatre temps qui incluent :

- le repérage des conceptions et la caractérisation des obstacles,
- les trois moments de traitement des obstacles : *déstabilisation*, *reconstruction alternative* et *identification*. (Figure 11)

³⁵ Cette étape ne fera pas l'objet d'une analyse de données car seules les interactions verbales sont prises en compte dans cette recherche.

³⁶ Le travail en petit groupe n'est pas soldé par un rapport unique exposé à l'ensemble de la classe. La finalité centrale de l'activité interactive en petit groupe est de constituer un temps de réflexion interactive qui sera par la suite menée dans l'ensemble du sous-groupe classe sous le guidage de l'enseignant.

Niveau d'échange	Échelle	Interlocuteurs
Dissymétrique	Individuelle	Elève/Interlocuteurs absents ³⁷ .
	Sous-groupe classe	Enseignant/Elèves
	Chacun des petits sous-groupes	Elèves/Enseignant <u>et</u> Enseignant/Elèves
Symétrique	Petits sous-groupes	Elèves/Elèves

Figure 9. Les niveaux d'échanges interactifs

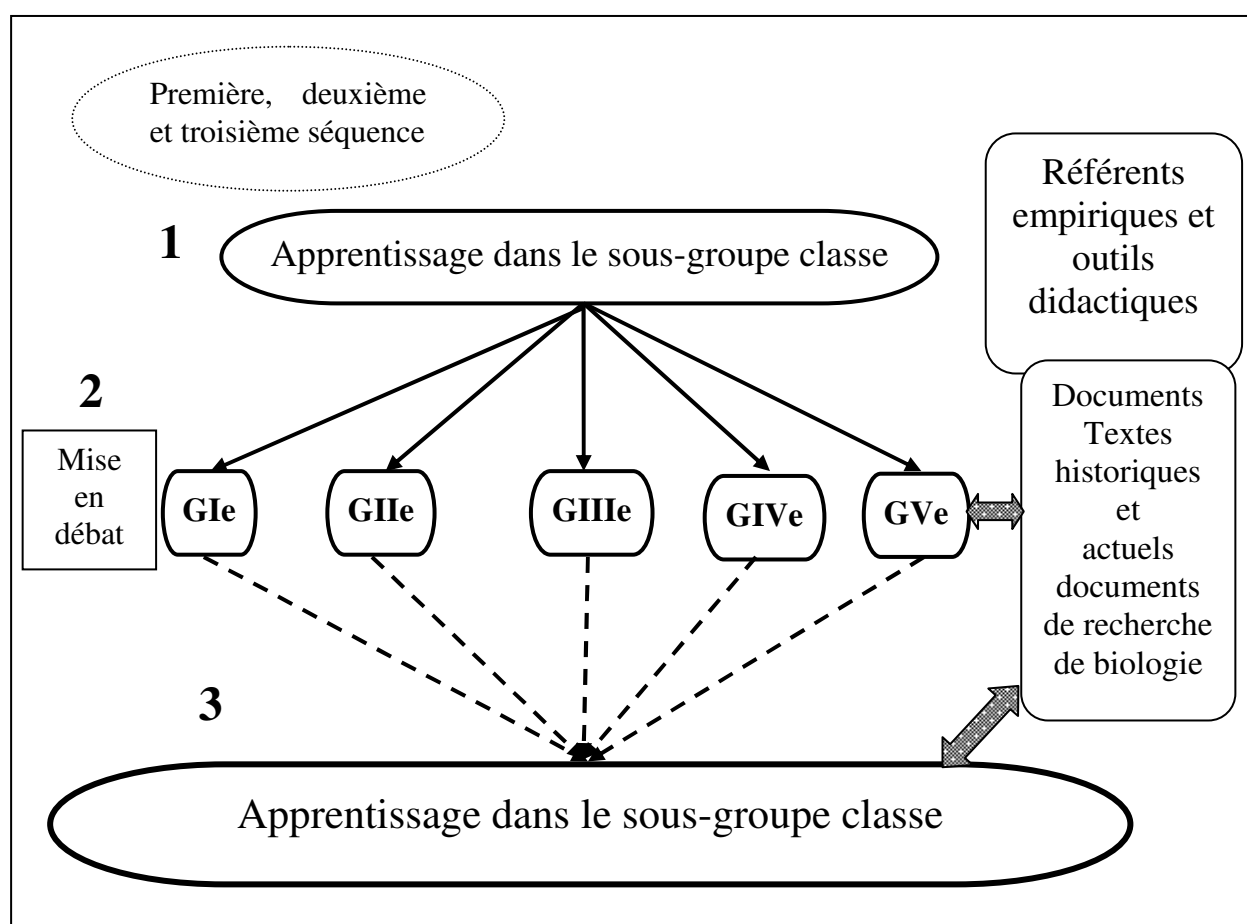


Figure 10. Aires interactives : Alternance de mise en débat et d'apprentissage

³⁷ Chaque élève interagit individuellement, avec les écrits d'un auteur (textes) ou le contenu d'un document (Observations, photographies, résultats numériques etc.) Ce travail prépare l'interaction avec les pairs et/ou avec l'enseignant.

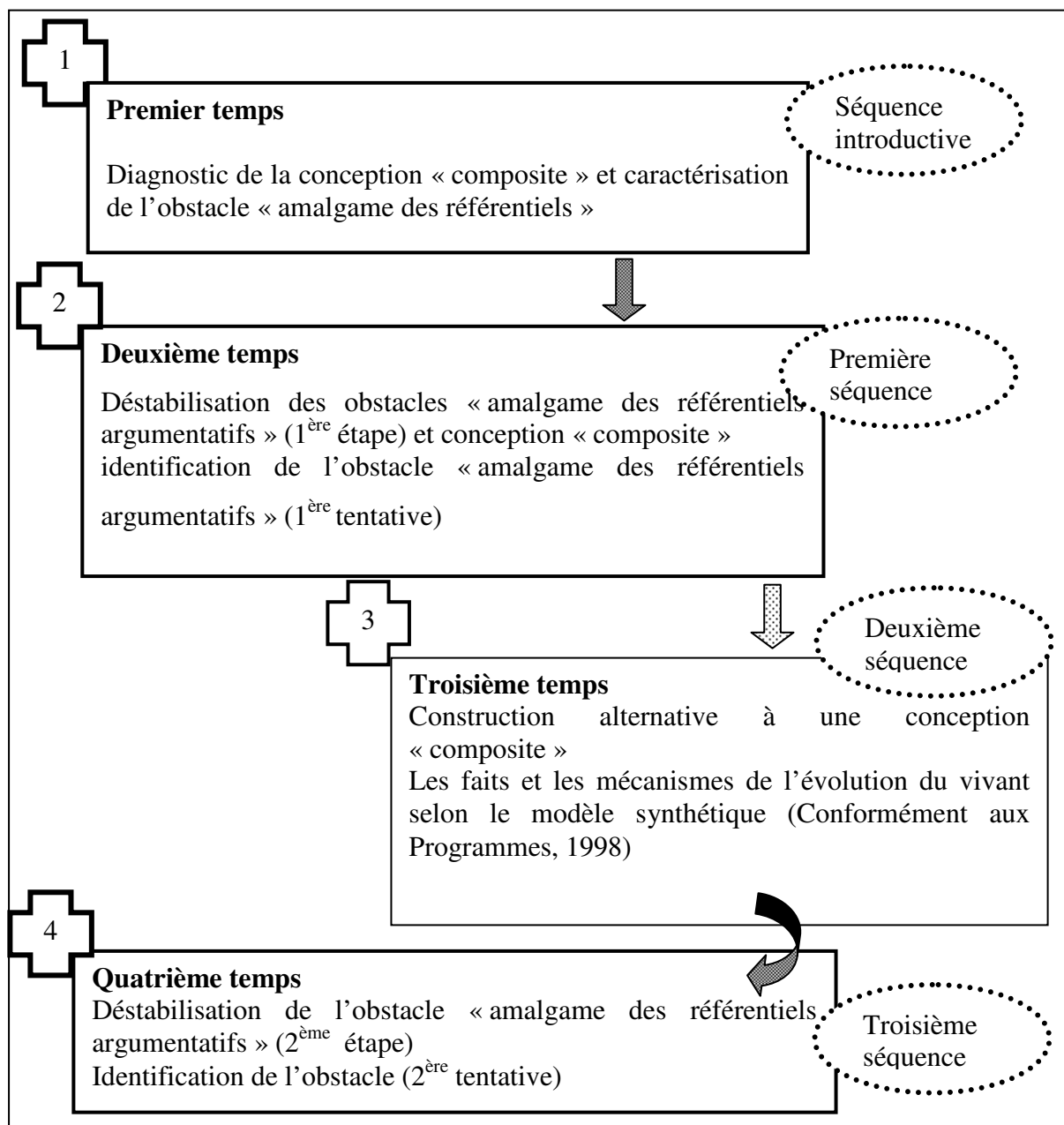


Figure 11. Les quatre temps du dispositif didactique

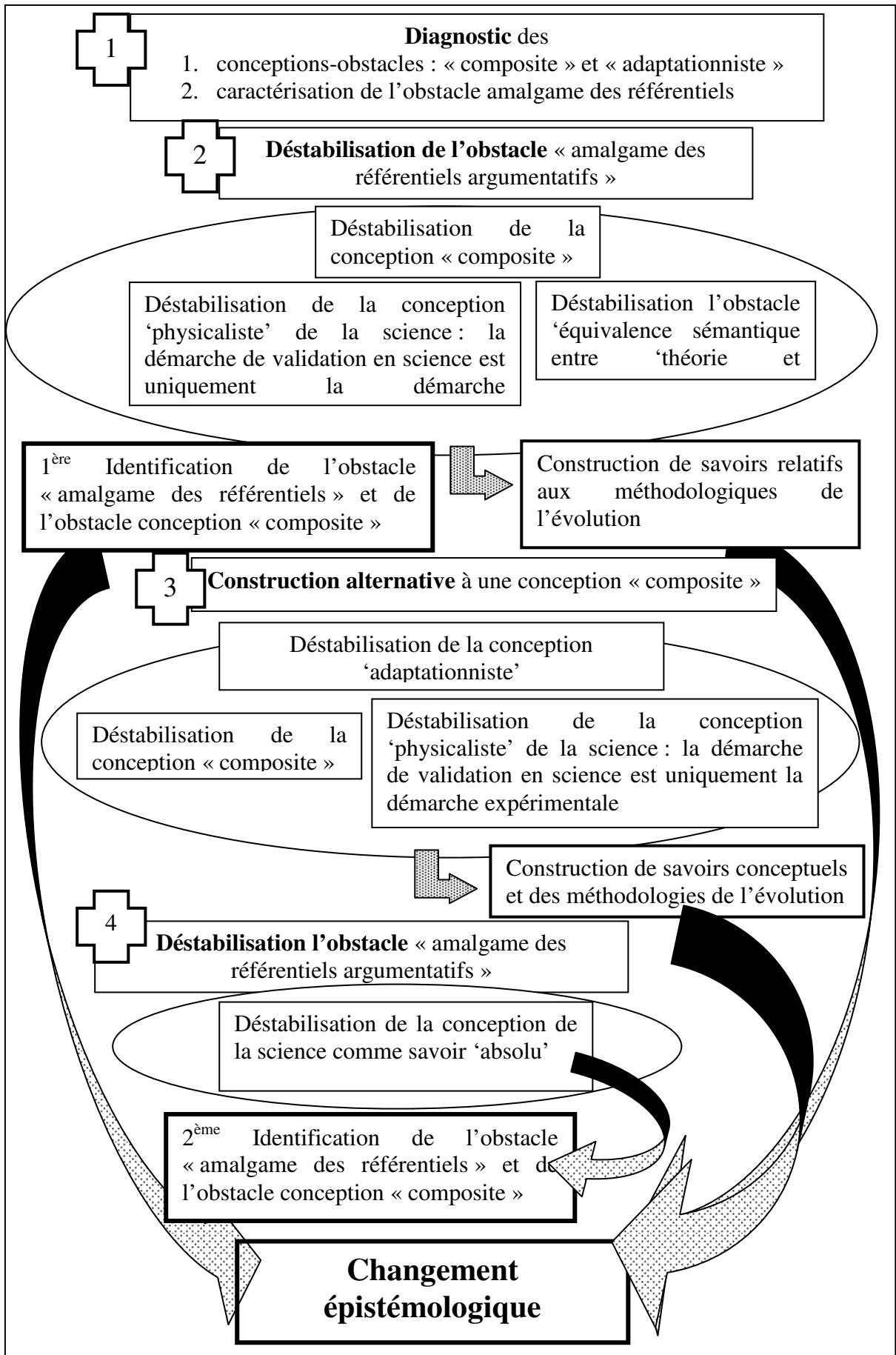


Figure 12. Intrication des moments de traitement des obstacles

L'énonciation des trois moments de traitement des obstacles peut laisser envisager une succession chronologique. En pratique, ces trois moments sont plutôt intriqués les uns dans les autres (Peterfalvi, 2001), comme le montre la conception de ces moments à la figure 12.

Au quatre temps didactiques correspondent trois séquences d'enseignement subdivisées en sous-unités d'enseignement (Figure 13).

TEMPS DIDACTIQUES	SEQUENCES D'ENSEIGNEMENT	SOUS-UNITES D'ENSEIGNEMENT	DESIGNATION DES SOUS-UNITES
Premier temps	<i>Séquence introductive</i>	sous-unité i	su i
Deuxième temps	<i>Première séquence</i>	Sous-unité 1-1,1-2,1-3	su 1-1, su 1-2 su 1-3
Troisième temps	<i>Deuxième séquence</i>	Sous-unités 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6	su 2-1, su 2-2, su 2-3, su 2-4, su 2-5, su 2-6
Quatrième temps	<i>Troisième séquence</i>	Sous-unité 3-1	su 3-1

Figure 13. Correspondance entre temps didactique et séquences et sous-unités d'enseignement

Les différents enjeux didactiques de l'ensemble des séquences et sous-unités d'enseignement sont explicités dans l'annexe 4-1. La figure 14 en présente un extrait, correspondant au diagnostic des conceptions et à la caractérisation des obstacles à la séquence introductive.

Séquences et sous-unités	Enjeux didactiques
Premier temps : diagnostic des conceptions et caractérisation des obstacles	
Séquence introductive : sous unité i	Faire émerger les conceptions et caractériser les obstacles. En particulier, faire émerger la conception « composite » et caractériser l'obstacle « amalgame les référentiels argumentatifs (scientifique et non scientifique) ». En effet, la conception composite montre le fait de mélanger les référentiels argumentatifs ce qui indique que pour les élèves ces référentiels possèdent une équivalence argumentative.

Figure 14. Extrait de l'Annexe 4-1 : Enjeux didactiques des séquences d'enseignement

3. CHOIX DES OUTILS DIDACTIQUES ET RÉFÉRENTS EMPIRIQUES

Les choix des outils didactiques sont dictés principalement par les cadres théoriques épistémologique et de traitement des obstacles.

L'accompagnement épistémologique visé par le traitement des obstacles a pour premier objectif une prise de recul épistémologique par rapport aux référentiels argumentatifs de

l'explication de la diversité du vivant. Il a pour deuxième objectif une construction de savoirs relatifs aux méthodologies de recherche et de validation en sciences expérimentales et en évolution du vivant. Il se fait, également, en lien avec des référents empiriques sollicités au cours de l'enseignement relatif aux faits et mécanismes de l'évolution (Programmes de 1998, Annexe 1-1).

Ainsi, la proposition innovante de sensibilisation à la réflexion épistémologique est prévue à toutes les séquences d'enseignement. Toutefois, la part la plus importante de l'accompagnement épistémologique se situe au deuxième temps (Première séquence) et au quatrième temps (Troisième séquence).

Les choix des outils didactiques varient en fonction de l'enjeu didactique de la séquence et/ou de la sous-unité d'enseignement.

- **Deuxième et quatrième temps**

A la première et la troisième séquence, les outils didactiques sont constitués par des textes contemporains et historiques, et des documents issus de recherches en biologie de l'évolution. C'est au niveau de cette étape que l'accompagnement épistémologique tient compte du contexte tunisien. Contexte qui, d'une part, est concordiste, et, d'autre part, considère les penseurs arabo-musulmans comme précurseurs de la théorie de l'évolution (cf. Première partie, II.2.).

En prenant en compte le fait que les élèves tunisiens conçoivent une équivalence argumentative entre les référentiels argumentatifs scientifique et théologique et la précarité de leur engagement scientifique, les textes et les documents sont choisis pour inciter les élèves à une réflexion épistémologique relative aux critères de scientificité de l'évolution du vivant, ce qui devrait les aider à une prise de recul épistémologique.

Au moins deux explications pour la diversité du vivant : deux textes contemporains

Ces textes sont choisis pour contribuer à la déstabilisation des conceptions fixiste et/ou « composite ». L'étude comparative des deux textes doit aider à une prise de conscience des diverses explications possibles de la diversité du vivant (Annexe 4-2, Figure 1), en particulier pour les élèves qui considèrent qu'il n'y a qu'une explication à la diversité du vivant : soit l'explication fixiste (créationniste), soit l'explication « composite »,

○ *Critères de scientificité de l'évolution du vivant : textes historiques*

Les textes historiques sont choisis pour contribuer à la déstabilisation de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » ou « équivalence argumentative des référentiels » afin d'inciter les élèves à une réflexion épistémologique sur les critères de scientificité de l'évolution des vivants.

A ce niveau, il s'agit de faire différencier référentiel argumentatif scientifique et référentiel argumentatif non-scientifique (théologique), à travers la construction d'un savoir relatif aux méthodologies de validation de la biologie, en général, et de l'évolution du vivant, en particulier. Pour ce faire, nous avons opté pour le choix de cinq textes historiques (Fiche de travail n°2, Annexe 4-3) qui vont aider à émerger les idées suivantes :

a. Distinguer référentiels scientifique et non-scientifique (théologique), d'abord, en considérant l'argumentation qui soutient les idées évolutionnistes. Nous considérons qu'une argumentation qui s'intègre dans une explication scientifique se base essentiellement sur des données empiriques. Elle s'écarte du surnaturel et du métaphysique.

La réflexion épistémologique porte sur la nature de l'argumentation accompagnant, historiquement, d'abord les idées de parenté, de filiation, de gradation et de transformation ('idées évolutionnistes') chez les penseurs arabo-musulmans de l'époque médiévale, ensuite, l'ébauche de la théorie de l'évolution chez les occidentaux à partir du XIX^e siècle (Buffon), la naissance de la première théorie transformiste avec Lamarck et la structuration d'une théorie de l'évolution avec Darwin (Annexe 4-2, Figure 2.)

b. S'approprier des savoirs relatifs aux méthodologies de recherche en biologie permettrait de comprendre les caractéristiques du référentiel argumentatif scientifique, afin de le distinguer du référentiel argumentatif théologique.

Si la nature de l'argumentation est empirique (Lamarck et Darwin), s'intègre-t-elle dans une démarche scientifique ? Dans ce cas, la réflexion épistémologique porte sur les étapes caractéristiques d'une démarche scientifique, en l'occurrence une démarche hypothético-déductive (Ici, nous optons pour la démarche scientifique « hypothético-déductive », comme choix pédagogique).

Parmi les étapes d'une démarche hypothético-déductive, la validation de l'hypothèse : dans le cas de l'évolution des vivants, c'est un processus de validation par enquête qui relève des

sciences historiques, il diffère du processus de la démarche expérimentale (Annexe 4-2, Figure 3).

Les élèves sont confrontés à leur conception physicaliste de la biologie. Comme ils envisagent généralement une identification de scientificité avec les sciences physiques, la « démarche de validation ou de mise à l'épreuve en science ne peut être qu'expérimentale ». Une telle conception considère que tout processus biologique est reproductible aux échelles spatiale et temporelle du laboratoire.

Or, les processus biologiques sont de deux types, fonctionnels et évolutifs. Les processus fonctionnels se plient, en partie et avec difficultés, à la reproductibilité expérimentale (Canguilhem, 1965 ; Coquidé, 2000, 2003) ; les autres tels les phénomènes évolutifs dans leur globalité, pas du tout (cf. Première partie. Chapitre II.). Les élèves sont alors confrontés au problème de la non reproductibilité des phénomènes évolutifs dans leur globalité. C'est l'occasion d'évoquer, principalement la dimension « temps », comme facteur limitant à l'application d'une démarche expérimentale aux phénomènes évolutifs dans leur globalité. (Annexe 4-2, Figure 3 ; Fiche de travail n°3, Annexe 4-3).

- *La dimension probabiliste, un autre critères de scientificité de l'évolution du vivant : des résultats de recherches en biologie*

Comme tout savoir scientifique le savoir de l'évolution du vivant n'est pas un savoir « absolu », ayant le statut d'une vérité « unique », il se plie, également, à la dimension probabiliste. Les discussions actuelles au sein de la communauté scientifique des biologistes concernent les mécanismes évolutifs (cf. Première partie. Chapitre II.).

Le document discuté (Fiche de travail 10, Annexe 4-3) rapporte deux résultats de recherche qui interprètent différemment le mécanisme d'évolution du Trilobite (Ere primaire). Le premier le présente comme une évolution punctualiste, le deuxième comme une évolution gradualiste (Annexe 4-2, Figure 4).

- **Premier et troisième temps**

Les supports, choisis au premier temps (Séquence introductive) et au troisième temps (deuxième séquence), sont des outils pédagogiques classiques, mais le déroulement de l'enseignement est, également, prévu pour inciter à la réflexion épistémologique.

- - Séquence introductive : un documentaire, en projection vidéo, constitue un prétexte pour redécouvrir la diversité du vivant et pour réfléchir et discuter de son et/ou ses explication(s).

- - Deuxième séquence : différents documents pédagogiques de biologie et résultats de recherches sont prévus pour réfléchir et parvenir à la compréhension des preuves et mécanismes et méthodologie de l'évolution du vivant suivant le modèle synthétique (Programmes de 1998, Annexe 1-1).

4. CONCEPTION DES TÂCHES DES ÉLÈVES ET DES ACTIONS PRÉVUES DE L'ENSEIGNANT

Dans sa thèse, Brigitte Peterfalvi (2000) analyse d'une manière exhaustive les acceptions des termes de *tâche* et *d'activité* et montrent que leurs acceptions sont variables en fonction du domaine de leur utilisation, la psychologie cognitive, la psychologie du travail, etc. Nous empruntons les définitions de la psychologie du travail (Leplat et Hoc, 1983) car elles semblent mieux convenir au cadre de notre étude :

La tâche : C'est ce qui est à faire. Elle se réfère à la prescription :

« *C'est un but donné dans des conditions déterminées* »³⁸.

L'activité est

« *toujours déclenchée et guidée par la tâche* »³⁹.

L'activité se trouve donc définie par rapport à la tâche qui la déclenche et qui la guide. C'est la mise en œuvre, en terme de comportement, de la tâche (Dessus et Sylvestre, 2003).

Les activités, aussi bien des élèves que de l'enseignant, sont fonction des tâches qui les guident.

Afin de différencier tâches et activités des élèves de celles respectives de l'enseignant, nous désignons les *tâches de l'enseignant par actions prévues de l'enseignant* et *activités de l'enseignant par actions réalisées*.

Les tâches des élèves correspondent aux activités prévues. Les activités correspondent aux activités effectuées par les élèves.

Les activités des élèves sont déclenchées et guidées par les interventions de l'enseignant et par les tâches consignées par écrit, dans ce que nous avons convenu d'appeler des « fiches de travail ». Les fiches, de 1 à 10, comportent chacune un document à étudier (textes, expérience ...etc.), accompagné par des consignes (Annexe 4-3).

³⁸ LEPLAT, J., & HOC, J-M. (1983). Tâches et activités dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive*, Vol.3 (1), 49-63.

³⁹ LEPLAT. Op.cité.

Organisation générale du dispositif	Enjeux didactiques des séquences d'enseignement	Organisation des séquences	Interventions de l'enseignant Tutelle/ médiation	Tâches de l'élève guidées par	Supports didactiques
Premier temps Séquence introductive	Repérage de conceptions et caractérisation des obstacles	1 sous-unité : i	Interactions dans l'ensemble du sous-groupe : Guidage direct	L'enseignant	Film documentaire en projection vidéo
Deuxième temps Première séquence	Traitement des obstacles : accompagnement épistémologique Sensibilisation à la réflexion épistémologique relative : - aux référentiels argumentatifs - à une démarche scientifique et à la démarche de validation par enquête	3 sous -unités su 1-1 su 1-2, 1-3	Interactions dans les petits groupes : guidage indirect puis interactions dans l'ensemble du sous-groupe : guidage direct	L'enseignant et Fiche de travail n°1 Fiche de travail n°2 et n°3	Référentiels argumentatifs et démarche scientifique Textes actuels controversés (fixiste, évolutionniste) Textes historiques : des idées de parenté, gradation, filiation, de transformation des vivants chez les arabes à la théorie de l'évolution (Lamarck, Darwin)
Troisième temps Deuxième séquence	Modèle évolutif synthétique : les faits et les mécanismes de l'évolution des vivants Déstabilisation de la conception adaptationniste	6 sous unités su 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6	Interactions dans les petits groupes : guidage indirect puis interactions dans l'ensemble du sous-groupe : guidage direct	L'enseignant et Fiches de travail n° 4, 5, 6, 7, 8, et 9	Les preuves et les mécanismes de l'évolution Analyse de documents relatifs aux preuves et aux mécanismes de l'évolution
Quatrième temps Troisième séquence	Traitement des obstacles : accompagnement épistémologique Sensibilisation à la réflexion épistémologique relative à l'ouverture du champ scientifique	1 sous-unité su 3-1	Interactions dans les petits groupes : guidage indirect puis interactions dans l'ensemble du sous-groupe : guidage direct	L'enseignant et Fiche de travail n°10	La controverse scientifique a propos des mécanismes évolutifs Analyse de deux documents relatifs à deux mécanismes explicatifs différents de l'évolution du Trilobite

Figure 15. Organisation générale du dispositif

Tâches des élèves et actions prévues de l'enseignant sont conçues en concordance avec les différents choix théoriques. Les actions de l'enseignant sont prévues sous le mode de la tutelle ou celui de la médiation. Elles devraient aider et favoriser un discours distancié chez les élèves (Annexe 4-4). Elles sont susceptibles de varier en fonction des imprévus au cours de la réalisation de l'enseignement.

5. DEROULEMENT PREVU DES SEQUENCES D'ENSEIGNEMENT

Ce déroulement décrit l'ensemble des quatre temps didactiques du dispositif, subdivisés en séquences et sous-unités d'enseignement (Figure, 11) en termes de :

- actions prévues de l'enseignant lors des interactions dans les petits groupes d'élèves et celles dans l'ensemble du sous-groupe.
- tâches des élèves en interactions dans les petits groupes et dans l'ensemble du sous-groupe classe

Le déroulement prévu des séquences d'enseignement est détaillé dans l'annexe 4-5.

6. ORGANISATION GENERALE DU DISPOSITIF

L'organisation générale de l'ensemble du dispositif d'enseignement, d'une durée de 8 heures d'enseignement, est résumée dans la figure 15.

B. MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT ET SON ÉVALUATION

I. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre effective a été réalisée, par le chercheur, en mars 2003, à la suite d'une régulation faite à partir d'un premier essai, l'année précédente avec d'autres élèves d'une classe terminale sciences expérimentales.

1. DES ÉLÈVES DE CLASSE TERMINALE SCIENCES EXPÉRIMENTALES

En Tunisie, l'enseignement de l'évolution du vivant au secondaire est programmé à la fin de l'enseignement secondaire. Les participants à l'innovation sont des élèves, âgés de 18 à 21 ans, appartenant à un sous-groupe classe de terminale sciences expérimentales d'un lycée tunisien.

L'effectif des élèves a fluctué⁴⁰ du début à la fin de la mise en œuvre du dispositif en classe, entre 19⁴¹ et 14.

2. DES CONDITIONS DE CLASSE ORDINAIRE

Les activités de classe ont été réalisées dans une salle de classe d'un lycée de la région de Bizerte (Nord de la Tunisie).

Les séances d'enseignement ont été programmées suivant la disponibilité des élèves, en dehors de l'emploi du temps scolaire officiel. L'enseignement a été réparti sur une durée d'un mois : soit quatre séances de 1h40 à 2h05 de durée, à raison d'un enseignement par semaine avec un total de 8 heures d'enseignement (Annexe 5-1).

Pour faciliter les échanges communicatifs entre les élèves au cours des débats de classe, le sous-groupe classe est partagé en cinq petits groupes de travail. Les groupes d'élèves se sont constitués d'une façon autonome, dès les premiers instants de la première séance de travail, selon leurs affinités ou bien selon l'ordre de leur arrivée dans la salle de classe. Nous avons, toutefois, veillé à ce que la répartition en nombre soit équilibrée, c'est-à-dire, qu'il y ait au

⁴⁰ La fluctuation revient aux absences liées à des facteurs externes tels que la maladie ou la non disponibilité.

⁴¹ L'effectif de la classe est de 30 élèves, soient 23 filles et 7 garçons. Les participants sont 16 filles et 3 garçons. Officiellement, l'effectif d'une classe de terminale ne doit pas dépasser les 30 élèves et celui d'un sous-groupe classe les 15 élèves.

moins trois élèves par groupe et que la même répartition soit conservée, tout le long des quatre séances d'enseignement (Annexe 5-2).

Aussi, afin de faciliter les échanges communicationnels entre les élèves au moment des apprentissages en classe entière nous avons opté pour une disposition de la classe en U (Annexe 5-3).

II. ÉVALUATION PAR RAPPORT AUX CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

Nous avons été très attentifs, dans la conception du dispositif, à la faisabilité de la mise en œuvre. Nous avons rapproché, le plus possible, les conditions de mise en œuvre des conditions usuelles de la classe : salle de classe, horaire, outils didactiques, effectif des élèves etc. Toutefois, nous avons eu certains écarts par rapport aux conditions de mise en œuvre prévues (Figure 16).

Pour des raisons déontologiques, le déroulement des séances d'enseignement a été fait en dehors des horaires officiels. La classe étant une classe d'examen (baccalauréat), il ne fallait pas empiéter sur le volume horaire officiel, déjà très chargé. Pour la même raison, la disponibilité des élèves, a été difficile à gérer. Il y a eu une fluctuation de l'effectif des élèves, ce qui a influencé la composition de deux des cinq petits groupes d'élèves. Le débordement sur l'horaire officiel est de 45 minutes. Nous l'expliquons essentiellement par le fait que les élèves n'ayant pas l'habitude des réflexions épistémologiques en interactions, la gestion de ces moments interactifs a été très souple.

Les écarts enregistrés dans les conditions de mise en œuvre par rapport au dispositif envisagé incombent, principalement, aux conditions de l'expérimentation de la recherche. De ce fait, ils semblent aisément gérables dans les conditions usuelles et officielles d'enseignement.

Conditions de mise en oeuvre	Prévues	Réalisées	Commentaire
Horaires	4 séances de 2h : (H.officielles : 1h = 50') ; Total de 400'	1h40', 1h55', 1h45' et 2h05' ; Total : 445'	Un débordement de 45' par rapport à l'horaire officielle (gérable)
Lieu	Salle de classe, outils didactiques du lycée	Salle de classe, outils didactiques du lycée	Une panne de rétroprojecteur
Emploi du temps	Hors de l'emploi du temps officiel (temps libre commun)	Respecté	sauf force majeure pour 4 élèves.
Composition du sous-groupe classe et effectif	Un mélange des deux sous-groupes de la classe 20 élèves (Nbre.officiel : 15élèves)	19 élèves au début, 15 élèves à la fin de la mise en oeuvre	Composition en fonction de la disponibilité Participation effective : 15 élèves
Travail en petits groupes	5 groupes de 4 élèves	Composition réalisée spontanément : 4/5/4/3/3 élèves par groupe	Même composition, variation du nombre d'élèves dans un même groupe

Figure 16. Ecart par rapport au dispositif envisagé

C. ÉVALUATION INTERNE DU DISPOSITIF EN FONCTION DES CADRES THÉORIQUES RETENUS

C'est une évaluation du dispositif en tant que dispositif d'enseignement. L'évaluation est entreprise en fonction des dimensions théoriques choisies pour la conception et la construction du dispositif :

- une dynamique communicationnelle,
- une intervention pédagogique sous le mode de la tutelle et/ou de la médiation,
- une sensibilisation à la réflexion épistémologique en contexte interactionnel,
- un traitement des obstacles,
- une construction de savoirs de l'évolution du vivant.

L'impact du dispositif est évalué en terme de changement épistémologique chez les élèves.

Tout outil sémiotique, autre que le langage, tels les gestes ou les mimiques, est susceptible d'intervenir dans les activités d'apprentissage. L'analyse privilégiée est celle des interactions verbales. L'évaluation des dimensions théoriques, à la base de la conception et de la construction du dispositif didactique, est réalisée par le biais de l'analyse des interactions langagières verbales.

I. ANALYSES DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES VERBALES

L'accomplissement du travail évaluatif suppose une analyse des interactions langagières verbales de classe. Ceci nécessite, d'abord, un recueil des dialogues de classe, ensuite, une analyse de contenu des transcripts.

1. RECUEIL DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES VERBALES

L'analyse des données empiriques est centrée sur les interactions langagières verbales de classe, à l'exclusion de tout autre outil sémiotique (gestes, mimiques, etc.). Afin d'assurer la meilleure qualité possible de recueil des données, deux techniques d'enregistrement sont utilisées. L'enregistrement audio est utilisé pour recueillir les interactions symétriques entre pairs au sein des cinq groupes de travail parallèles. L'enregistrement vidéo est utilisé pour recueillir les interactions dissymétriques entre élèves et enseignants dans l'ensemble du sous-groupe classe.

L'ensemble des interactions verbales de classe a fait l'objet d'une transcription fine et intégrale (Annexe 6), qui prépare la phase d'analyse.

2. MÉTHODOLOGIES D'ANALYSE DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES VERBALES

Deux principaux cadres théoriques sont utilisés pour l'analyse des interactions langagières verbales de classe :

- le cadre de l'analyse de contenu (Bardin, 1977) : analyse sémantique et catégorielle.
- l'analyse de discours dans une approche interactionniste : le langage considéré comme activité (Austin, 1962 ; Searle, 1972 et Kerbrat-Orrechioni, 2001) : « *Parler c'est échanger et c'est changer en échangeant* » et « *Parler c'est agir ou plutôt interagir* »⁴².

- Le premier temps de l'analyse consiste à déterminer la structure du discours et la dynamique interactionnelle (Kerbrat-Orechioni, 1990, Traverso, 1999).

L'analyse de contenu macroscopique des discours est guidée par l'aspect sémantique de l'interaction. Elle donne lieu à un découpage thématique en épisodes. Un épisode correspond à un ensemble d'échanges reliés par un fort degré de cohérence sémantique. Il comporte une intervention d'ouverture ou initiative, le corps de l'interaction et une intervention de clôture. Il renseigne sur les thèmes en discussion, la réorientation des échanges et la récurrence des thèmes.

- Le deuxième temps correspond à l'analyse microscopique.

Certains épisodes, choisis en fonction de leur pertinence, font l'objet d'une analyse fine de contenu. La procédure et les outils d'analyse sont variables en fonction de la nature du dialogue à analyser et l'objectif de l'analyse.

- Discours des élèves en interactions symétriques entre pairs

Selon les spécificités de l'analyse des discours des élèves, différentes méthodes et outils d'analyse sont utilisés pour rassembler des indices et construire des indicateurs permettant de dégager des inférences et de construire des interprétations : repérage des mots et expressions pivots en fonction du thème en question (Bardin, 1997), de marqueurs ou de connecteurs grammaticaux, de marques d'énonciation de l'implication personnelle, caractérisation de l'énonciation des interventions ;

⁴² KERBRAT-ORRECHIONI, C. (2001). *Les actes de langage dans le discours : Théorie et fonctionnement*. Paris : Nathan Université. p : 2 et p : 53.

caractérisation des actes de langage, des modalités d'énonciation et des modalisations (Riegel, 1994).

Dans cette analyse, une attention particulière est donnée à l'activité argumentative, afin de repérer l'évolution des références argumentatives dans les discours des élèves à propos de l'explication de la diversité du vivant et de l'évolution du vivant.

- Discours de l'enseignant (interventions de l'enseignant) en interactions dissymétriques avec les élèves

Pour construire nos propres outils d'analyse des interventions, énoncés et actions de l'enseignant, en plus de notre référence à la dynamique interactionnelle selon Kerbrat-Orrechioni (1999), nous nous sommes inspirés du modèle ternaire d'interactions enseignant-élèves IRF ou IRE⁴³, proposé par Sinclair et Coulter en 1975 (Bachmann, 1981). Nous nous sommes inspirés, également, de travaux d'analyses de comportements de l'enseignant (Postic, 1972) et d'analyse de modes d'intervention de l'enseignant en tutelle et/ou médiation (Weil-Barais et Dumas-Carré, 1998 ; Goffard. M, 1998 ; Larcher et Chomat, 1998 ; Saint-Georges ; 2001).

II. ÉVALUATION DE LA DYNAMIQUE COMMUNICATIONNELLE

La dimension communicationnelle est évaluée à travers sa dynamique et l'influence de celle-ci sur les activités des élèves.

1. IMPLICATION ET ENGAGEMENT DANS LES ÉCHANGES COMMUNICATIFS

Les prises de paroles informent sur la dynamique des échanges de parole entre les différents interlocuteurs. Ce qui est en mesure de renseigner sur le degré de participation, d'implication et d'engagement des différents interlocuteurs dans les échanges communicatifs.

Les interventions très réduites de l'enseignant dans le travail de groupe (1 à 9%) ont permis des prises de parole individuelles, lors des interactions symétriques, allant de 11% à 44% par élèves (Tableau 1). Au cours des interactions asymétriques, la prise de parole individuelle des élèves (46%), est équivalente à celle de l'enseignant (46%). Par ailleurs, les élèves ont eu plus d'occasion d'intervenir individuellement (46%) que collectivement (8%) (Tableaux 1 et 2).

⁴³ I : Initiating move ou Intervention initiative, R : Responding move ou Intervention réactive, F ou E : follow-up move ou Intervention évaluative.

**Tableau 1. Pourcentages moyens tours de parole enseignant et élèves
par sous-unité d'enseignement**

	% Moyens tours de parole dans le sous-groupe classe	% Moyens tours de parole dans les groupes de travail élèves
Enseignant	46%	9% (L'ensemble des séquences) 1% (Première séquence)
Elèves	Total : 54% Collectivement : 8% Individuellement : 46% (%/élève : 0 à 12%)	11 à 44%/Total (enseignant + élèves) 12 à 50%/Total (élèves)

**Tableau 2. Pourcentages moyens tours de parole élève
par sous-unité dans le sous-groupe classe**

Elèves	% Moyens/ pourcentage total tours de paroles (enseignant + élèves)	% Moyen / pourcentage total tours de paroles élèves
Imen	5%	6%
Asma	2%	3%
Abdou	6%	9%
Olfa	0%	0%
Najla	1%	1%
Inès	0%	1%
Manel	2%	4%
Zeineb	0%	1%
Med Amine	X	X
Kheiri	X	X
Dorsaf	4%	4%
Soumaya	X	X
Abir	3%	5%
Chaima	3%	2%
Sabrina	3%	3%
Sana	X	X
Rahma	5%	5%
Nouha	9%	12%
Sawsen	7%	7%

En incitant aux prises de parole individuelle par élève, l'enseignant paraît avoir favorisé l'implication des élèves dans les échanges interactifs.

La caractérisation et la numération des prises de parole de chaque élève par groupe de travail (Tableau 3) montrent des prises de parole presque équivalente pour les différents élèves du groupe, à l'exception des élèves Olfa du groupe GIe et Zeineb du groupe GIIe. Les élèves d'un même groupe se sont donnés mutuellement la parole.

Tableau 3. Pourcentages moyens tours paroles par élève par groupe et par sous-unité

Groupes	Elèves	% moyens/ Total tours de parole (enseignant + élèves)	% moyens/total tours de parole élèves
GIe	Imen	31%	33%
	Asma	30%	25%
	Abdou	28%	31%
	Olfa	11%	12%
GIIe	Najla	22%	26%
	Inès	18%	21%
	Manel	25%	28%
	Zeineb	14%	15%
	Med Amine	X	X
GIIIe	Kheiri	X	X
	Dorsaf	40%	50%
	Soumaya	X	X
	Abir	41%	36%
GIVe	Chaima	44%	49%
	Sabrina	44%	47%
	Sana	X	X
GVe	Rahma	24%	24%
	Nouha	39%	43%
	Sawsen	25%	31%

X : l'élève s'est absenté au moins à l'une des sous-unités du dispositif d'enseignement.

L'engagement mutuel des élèves est manifeste lors des interactions symétriques dans les groupes de travail (Tableau 3). A l'inverse cet engagement est moins apparent dans le sous-groupe classe (Tableau 2). C'est le cas par exemple de l'élève Najla : elle n'a presque pas eu d'échanges dans le sous-groupe classe (1%) alors que dans son petit groupe (GIIe) ses prises de parole ont été plus fréquentes (22%).

Une analyse plus fine des dialogues a montré qu'à des moments particuliers du discours l'enchaînement du discours est artificiel. Les énoncés initiatifs ne donnent pas lieu aux énoncés réactifs correspondants.

C'est le cas par exemple d'un dialogue dans le groupe GIVe :

Extrait du transcript Pg/su 1-1 GIVe, U7-U9

6. Sana : *Les mutations ont un rôle dans la diversité. Ce sont des changements brusques dans l'information génétique. Mais, ces changements sont limités car les hommes restent toujours des hommes. Les mutations n'ont pas une grande influence car les animaux restent toujours des animaux et les hommes restent toujours des hommes.*

L'intervention de Sana ne donne pas lieu à une intervention réactive de la part de Sabrina.

7. Sabrina : *Euh... dans le premier texte l'idée est que les descendants ne ressemblent pas à leurs ancêtres tandis que le deuxième texte les descendants conservent les mêmes traits que leurs contreparties modernes.*

L'intervention de Sabrina ne donne pas lieu, non plus, à une intervention réactive de la part de Chaima

8. Chaima : *Si on dit que les animaux restent toujours des animaux, même cas pour les végétaux et l'homme. Cela veut dire que les mutations au sein de l'espèce ne provoquent pas l'apparition d'une nouvelle espèce.*

Aussi, l'intervention de Chaima ne donne pas lieu à une intervention réactive de la part de Sabrina

9. Sabrina : *Je reprends et je conclus. Le 1^{er} texte explique qu'au cours des générations, les descendants se transforment par rapport à leurs ancêtres tandis que le 2^e texte les anciens vivants conservent les mêmes traits que leurs parties modernes. Euh...je me trompe, non non, c'est bien cela, dans le premier texte on dit qu'il y a une évolution alors que dans le deuxième texte il n'y pas une évolution.*

Par ailleurs, dans certains groupes, des élèves tels que Asma (GIVe), Zeineb (GIIIe) et Rahma (GVe), se sont engagés, spontanément à coordonner les échanges verbaux, en ouvrant les échanges ou en distribuant la parole. D'autres élèves, tels que Abdou (GIVe), Manel (GIIIe), Kheiri et Dorsaf (GIVe) ou Nouha (GVe) ont eu un rôle de leader, en relançant les discussions, en proposant de nouvelles idées ou en posant des questions.

Conclusion

L'engagement interactif des différents interlocuteurs, aussi bien enseignant qu'élèves, paraît manifester tout le long des séquences du dispositif d'enseignement, ce qui est en mesure de permettre aux élèves de s'investir dans l'accomplissement de leurs tâches.

2. VARIATION DES THÈMES DANS LES ÉCHANGES INTERACTIFS

La dynamique interactionnelle suppose, également, une détermination des thèmes de discussion. Elle informe sur les contenus des échanges, les changements de thèmes et les thèmes récurrents.

2.1. Méthodologie de l'analyse macroscopique des interactions verbales

Les échanges verbaux de classe ont fait l'objet d'un découpage thématique suite à une analyse de contenu sémantique, afin de repérer les thèmes de discussion. L'inventaire de l'ensemble de ces thèmes est rapporté dans l'annexe 7-1.

2.2. Des thèmes diversifiés

Les échanges interactifs dans les groupes d'élèves sont initiés par les consignes de l'enseignant et guidés par les questions des fiches de travail (Annexe 4-3), autrement dit par les tâches consignées. Dans le sous-groupe classe, ils sont directement guidés par les interventions de l'enseignant.

Nous retrouvons que, pour une même sous-unité d'enseignement, aussi bien les thèmes en discussion (Annexe 7-1) que leurs nombres (Annexe 7-2), varient entre les différents groupes d'élèves et entre les groupes d'élèves et le sous-groupe classe, comme le montre l'extrait, adapté des annexes 7-1 et 7-2, dans la figure 17.

Conclusion

Les différences constatées, nous montrent que les thèmes en discussions, relatifs à une même sous-unité d'enseignement, ne seraient pas orientés uniquement par les tâches consignées. Il y aurait différents facteurs intervenants à l'origine de ces différences, tels que les interventions des élèves dans leur groupe ou dans le sous-groupe classe, les interventions de l'enseignant, etc.

Sous-unité 1-3	G1e	G1Ie	G1IIe	G1Ve	G1Ve	Sous-groupe classe
Nombres d'épisodes	4	4	2	2	3	8
Thèmes des épisodes	Episode 1-1 : U1-U8 : Arguments de Darwin Episode 1-2 : U9-U11 : Changement par besoin adaptatif Episode 1-3 : U12-U13 : L'observation et la comparaison plutôt que l'expérience Episode 1-4 : U14-U17 : Comparaison des démarches de validation	Episode 1-1 : U1-U4 : Arguments de Darwin Episode 1-2 : U5-U12 : Un besoin adaptatif à l'origine des différences Episode 1-3 : U13-U16 : Expériences ou observations Episode 1-4 : U17-U37 : Comparaison des démarches de validation	Episode 1-1 : U1-U19 : Arguments de Darwin Episode 1-2 : U20-U43 : La validation de Darwin n'est pas l'expérience	Episode 1-1 : U1-U5 : Arguments de Darwin Episode 1-2 : U6-U13 : Que des observations	Episode 1-1 : U1-U8 : Arguments de Darwin Episode 1-2 : U9-U22 : Observations et comparaisons mais pas d'expériences Episode 1-3 : U23-U30 : Difficile de faire des expériences	Episode 1-1 : Les arguments de Darwin Episode 1-2 : Une démarche différente de la démarche expérimentale Episode 1-3 : Une différence au niveau reproductibilité Episode 1-4 : Une validation par enquête Episode 1-5 : Validité scientifique de la démarche de l'enquête Episode 1-6 : Les étapes d'une démarche scientifique Episode 1-7 : Différencier "théorie" et "théorique" Episode 1-8 : Différencier argumentation scientifique et argumentation non scientifique

Figure 17. Thèmes en discussion dans les groupes

3. DIVERSITÉ DES ACTIVITÉS EFFECTIVES ACCOMPLIES EN INTERACTIONS PAR LES ÉLÈVES

L'objectif de cette partie est de rendre compte des principales activités entreprises par les élèves tout au long du dispositif, afin de cerner celles qui sont indicatrices :

- d'une activité argumentative, informant des références argumentatives des discours des élèves relatifs à l'explication de la diversité du vivant et à l'évolution du vivant
- d'une activité de distanciation, informant d'une disposition des élèves à la réflexion épistémologique.

Il s'agit de repérer, à travers l'analyse fine des interactions langagières verbales, les activités accomplies par les élèves en réponse aux tâches consignées.

3.1. Méthodologie de l'analyse microscopique des interactions verbales

Pour l'analyse fine de contenu des interactions verbales, nous avons fait recours aux outils linguistiques de l'étude de l'énonciation (Riegel, 1994).

L'unité d'analyse retenue est le tour de parole. A l'intérieur du tour de parole, il y a repérage de connecteurs grammaticaux et détermination :

- des modalités d'énonciation. Elles permettent de dégager l'attitude énonciative du locuteur dans sa relation avec son interlocuteur. Le locuteur produit une affirmation ou une assertion, un ordre ou un questionnement à l'intention de son interlocuteur ;
- des modalités d'énoncés. Elles permettent de marquer l'attitude du locuteur vis-à-vis du contenu de l'énoncé, de connaître les manières dont le locuteur apprécie le contenu de l'énoncé : une évaluation logique, subjective affective (modalisation), etc.
- des actes de langage. Ce sont les actes locutoires, ou acte « de dire quelque chose » (Kerbrat-Orrechioni, 2001) ;
- de la valeur illocutoire des actes de langage. L'acte illocutoire est l'acte effectué « en disant quelque chose » (Kerbrat-Orrechioni, 2001).

3.2. Des activités diversifiées

Il n'est pas toujours possible de repérer et de cerner les limites d'une catégorie d'activités par rapport à une autre. Souvent, les activités sont imbriquées les une dans les autres : différencier une activité argumentative d'une activité d'interprétation, d'analyse ou de comparaison n'est pas une tâche aisée. A titre d'exemple une activité d'interprétation, d'analyse ou de comparaison intègre souvent une activité argumentative.

- **Des activités différentes et diversifiées au sein des groupes de travail**

L'analyse de contenu de l'ensemble des interactions verbales des groupes d'élèves a permis de caractériser et de repérer les principales activités accomplies par les élèves (Annexe 8-1 et 8-2). Ainsi, les activités langagières verbales, réalisées au cours de l'accomplissement des tâches prescrites en interactivité dans les groupes, témoignent d'une diversité : *Commenter, analyser, observer, comparer, conclure, expliquer, interpréter, poser des questions, argumenter, justifier, inférer, négocier, critiquer, se poser des questions, avoir un regard critique rétrospectif.*

En fait, ces activités sont imbriquées les unes dans les autres. L'activité argumentative paraît dominante et accompagne souvent l'ensemble de ces dernières (Annexe 8-2).

La diversité dans les activités des élèves constitue un indice de l'écart qui existe entre ce qui est consigné comme tâche à accomplir et ce qui est réalisé comme activités en réponse à la tâche consignée.

- **Des activités qui diffèrent d'un élève à l'autre au sein d'un même groupe et pour une même sous-unité.**

Par exemple, au cours des interactions verbales de la sous-unité 1-1, tous les élèves du groupe GIe manifestent une activité d'argumentation, à l'exception de l'élève Olfa. Par contre dans le groupe GIIIe, seul l'élève Kheiri manifeste des critiques (Annexe 8-2).

- **Des activités collectives**

Un point commun à tous les groupes est la manifestation d'une activité collective collaborative importante : les élèves se sont passé mutuellement la parole et se sont aidés pour s'expliquer les contenu des textes, pour analyser les documents, etc.

En outre, certains groupes, tels que GIe, GIIe et GIIIe, se sont distingués par une activité langagière verbale intense de négociation (Annexe 8-2). Souvent, les négociations dans le groupe prennent naissance suite à un désaccord entre deux élèves.

Les extraits suivants sont pris dans un épisode de **négociation** où apparaît **une controverse**.

Extrait du transcript Pg Ie/su 1-1, épisode 1-2, U14-U38

Cet épisode est une récurrence de l'épisode 1-1 (Pg/su1-1 GIe) lors duquel Imen a manifesté en U2 son engagement envers la conception fixiste.

2. Imen : **Je pense que tous les êtres vivants ont une même origine unique : C'est Dieu qui les a créés** l'idée de la transformation est une idée ancienne cette idée ... euh ...comment je vais dire ?

La séquence négociatrice qui suit, à propos de l'origine du vivant, est réinitiée par l'intervention de Imen à la U14.

14. Imen : **Peut-être que cette origine unique est le Dieu. Il ne veut pas réellement dire qu'à l'origine, il n'y avait qu'un seul être vivant.**

Imen tente de réfuter l'explication darwinienne en utilisant des arguments inventés. Elle a adapté l'explication darwinienne à sa propre conception : « l'origine unique (évoquée par Darwin) est le Dieu. »

La discussion tourne autour de l'origine des vivants : est-ce une origine unique - l'ancêtre commun qui est à la base de toute la diversité- ou bien, est-ce des origines plurielles -les mâles et femelles des différentes espèces créées par Dieu -

Au cours de cette séquence, Abdou et Asma ont tenté d'expliquer à Imen que les textes rapportent deux explications différentes.

17- Asma : *Le deuxième texte dit que Dieu a créé un mâle et une femelle, c'est-à-dire deux individus d'une même espèce **mais** l'autre (le premier) parle d'une même origine pour toutes les espèces dès le début.*

Le connecteur « mais » exprime ici une réorientation argumentative. Celle-ci exprime une opposition entre l'argument du deuxième texte « Dieu a créé un mâle et une femelle, c'est-à-dire deux individus d'une même espèce » et l'argument du premier texte « d'une même origine pour toutes les espèces dès le début » (Annexe 4-3, Fiche de travail 1)

21- Abdou et Asma : **Mais il n'a pas parlé de création !!!**

Le « mais » exprime un « mais non », soit une réfutation que Abdou et Asma ont argumenté par l'assertion négative : « ...il **n'a pas** parlé de création ». Elle signifie que Darwin, en explicitant ses idées, n'a pas fait d'allusion à la création divine.

Cependant, les efforts de Asma et Abdou pour tenter d'expliquer à Imen que les deux références argumentatives sont différentes ne réussissent pas.

Imen revient à la charge pour dire :

38- Imen : **Je ne suis pas convaincue.**

- **Des activités liées aux tâches consignées.**

Ce constat est fait, particulièrement, au deuxième temps didactique (deuxième séquence d'enseignement). Il correspond au moment d'une construction alternative à la conception « composite ». Ce moment englobe l'enseignement des faits et mécanismes de l'évolution du vivant, suivant les programmes tunisiens de 1998 (Annexe, 1-1).

Les activités dominantes y sont l'*observation*, l'*analyse*, l'*interprétation*, la *comparaison*, l'*interprétation*, la *conclusion*, l'*argumentation*, la *justification* (Annexe 8-2). Elles paraissent assez liées aux tâches consignées.

Extraits du transcript Pg/su2-1 GIe

Les élèves analysent un document du manuel scolaire (Fiche 4, Annexe 4-3), c'est une photographie d'une empreinte fossilisée de l'Archéoptéryx.

En réponse à la consigne, les élèves observent et comparent pour retrouver des ressemblances avec des espèces actuelles.

Les élèves observent et essaient de retrouver les différentes parties de l'organisme fossilisé.

1.Abdou : Il y a des traces de plumes au niveau de la queue et surtout au niveau des ailes.

2.Asma : Et, ces traces là ? Combien avait-il d'ailes ?

3.Abdou : Ses ailes sont là !! Regarde le squelette est bien apparent.

4.Asma : Et ça ?

5.Abdou : C'est sa queue.

...

Abdou retrouve une ressemblance avec les reptiles.

10.Abdou : Il ressemble à un dinosaure terrestre.

11.Asma : A un reptile.

...

Puis, avec Asma, il retrouve une ressemblance avec les oiseaux.

14.Asma et Abdou : A un oiseau !!!

...

Imen attire leur attention sur la présence de dents et se pose la question sur leur présence chez les oiseaux.

23.Imen : *Il a des dents.*

...

29.Imen : *Est-ce que l'aigle a des dents ?*

Asma est catégorique, il n'y pas de dents chez les oiseaux.

30.Asma : *Jamais, il a un bec !!!!*

...

Abdou revient à l'idée de départ, du tant qu'il y a des plumes et des ailes, il ne peut s'agir que d'un oiseau.

41.Abdou : *Revenons aux choses sérieuses : Il me semble qu'il s'agit bien d'un oiseau. Là, ce sont ses plumes, là c'est sa queue.*

42.Imen : *Et là, son bec.*

...

51.Imen : *Si nous considérons le corps sans les membres, dites moi, à quoi ressemble-t-il ?*

Les élèves du groupe ne retrouvent pas un compris. S'il n'est pas un oiseau, il pourrait être un reptile.

52.Asma : *Ce n'est pas un oiseau.*

53.Imen : *Un dinosaure volant. Hi !! Hi !!!*

Aussi, nous constatons des activités qui se détachent des tâches consignées. Elles indiqueraient, en particulier, une disposition des élèves à la réflexion épistémologique. Ce sont des prises de distance avec des négociations, des critiques, des questionnements et des regards critiques rétrospectifs (Annexe 8-2).

Au cours de l'analyse des documents relatifs aux faits et mécanismes évolutifs les élèves développent des prises de distance.

A l'occasion de l'analyse des faits de l'évolution (preuves), Manel et Kheiri font un retour sur les réflexions distanciées avancées lors des sous-unités d'enseignement précédentes (Sous-unité 1-1 à 1-3). Ils retrouvent dans l'analyse de ces preuves une justification de la théorie de Darwin en particulier.

Extrait du transcript Pg/su2-1 GIIe

23.Manel : *Regardez, regardez là, nous pouvons remarquer que les mammifères sont apparus avant les oiseaux. Il est clair, que les mammifères ont donné les oiseaux. C'est*

très clair là. Les mammifères ensuite sont apparus les oiseaux. Donc les théories dont nous avons discutées sont vraies.

Extrait du transcript Pg/su2-1 GIIIe

25.Kheiri : *donc, Madame, d'après les textes que nous avons lu, on peut dire que Lamarck a raison.*

26.Ens : *On va voir, plus tard, que Lamarck a raison mais pas entièrement. On va voir pourquoi ?*

27.Kheiri : ***Parce que maintenant, nous pouvons dire que toutes les espèces ont une même origine : l'ancêtre commun.***

28.Ens : *A qui tu penses exactement ?*

29.Kheiri : *Ah, non, non à Darwin. Excusez-moi.*

Au cours de l'analyse des documents relatifs aux mécanismes évolutifs, Chaima et Nouha développent d'autres questions.

Chaima imagine une mutation différente qui toucherait au caryotype du singe (Fiches de travail n°7, Annexe 4-3)

Extrait du transcript Pg/su 2-4 GIVe

7. Chaima : *Moi, j'imagine que si la mutation était différente, on aurait eu un autre type de chromosome (caryotype) et l'espèce qui aurait pris naissance serait différente de l'homme. Ce serait une autre espèce de singe par exemple.*

Nouha, en réfléchissant au mécanisme de spéciation chez les goélands (Fiches de travail n°8, Annexe 4-3), fait un retour sur la question de l'hérédité des caractères acquis traitée précédemment (Fiche de travail n°6, Annexe 4-3) : s'agirait-il d'un mécanisme similaire.

Extrait du transcript Pg/su 2-5 GVe

12.Nouha : *Ecoutez moi bien, c'est peut-être, comme ce que nous avons retrouvé tout à l'heure, le membre des tétrapodes est apparu avant le changement du milieu. Ce n'est pas l'influence du milieu qui a donné la transformation. Peut-être que ces goélands ont changé avant leur migration vers de nouveaux territoires. Peut-être que c'est ça ?*

- **Des activités dépendantes des actions de l'enseignant.**

Dans le sous-groupe classe, les activités des élèves sont directement conditionnées par les interventions de l'enseignant. Les principales activités sont : exprimer les idées, argumenter,

justifier, négocier, poser des questions, se questionner, expliciter les idées, expliquer les choix, exprimer les opinions, réfléchir, entrer dans une réflexion épistémologique. Nous les aborderons dans les détails dans le chapitre III. (Ci-dessous).

4. DES ACTIVITES LANGAGIÈRES ARGUMENTATIVES INDICATRICES DES RÉFÉRENCES ARGUMENTATIVES

Les tâches consignées requièrent des élèves qu'ils argumentent de ce qu'ils avancent à chaque question débattue. L'activité argumentative, qui se joue autour d'une question mise en débat, suscite une réflexion et une distanciation par rapport à la question débattue. Le débat entrepris autour des différentes questions suscitées devrait mener les élèves vers une réflexion épistémologique qui vise une construction de savoirs questionnés de l'évolution du vivant.

La réflexion épistémologique en interaction verbale sollicite une argumentation. L'analyse de l'argumentation peut constituer des indicateurs des opinions, des jugements, des engagements et des référentiels argumentatifs des élèves.

4.1. Méthodologie d'analyse de l'activité langagière verbale argumentative

Partant du présupposé que l'activité argumentative en interaction verbale peut informer sur des opinions, des jugements, des engagements et des référentiels argumentatifs des élèves, l'analyse fine de contenu des épisodes choisis consiste, d'abord, à repérer l'activité argumentative, à la caractériser et à en déterminer ensuite la référence argumentative.

Une fois l'activité argumentative repérée, la détermination des modalités d'énonciation prépare le repérage des actes de langages. Lorsque les actes sont délimités, ils sont caractérisés par leurs valeurs illocutoires. Dès lors que la valeur illocutoire correspond à un argument, la référence argumentative de l'argument est déterminée.

4.2. Références argumentatives des élèves

Nos analyses concernent les interactions verbales argumentatives de la première séquence. Au cours de cette séquence, les élèves interagissent assez librement (taux d'intervention de l'enseignant entre 1 et 9% par groupe et par sous-unité, Tableau 1).

Au cours de l'activité argumentative en groupes de travail, les élèves se réfèrent à des arguments qu'ils puisent dans les documents à étudier (fiches de travail) ou dans leur culture. Nous constatons que certains élèves inventent des arguments en relation avec différentes conceptions initiales, d'autres se réfèrent à des apprentissages initiés par les sous-unités d'enseignement précédentes (Annexe 8-4).

5. CONCLUSION : ENGAGEMENT COMMUNICATIF ET ACTIVITÉS LANGAGIÈRES DIVERSIFIÉES CHEZ LES ÉLÈVES

L'étude de la dynamique communicationnelle montre une activité interactive présente et importante, avec un engagement manifeste des élèves dans les échanges communicatifs. L'analyse de contenu des interactions langagières verbales montre une activité intense et diversifiée chez les élèves. En effet, une tâche prescrite devrait donner lieu à une tâche effectuée or la tâche prescrite donne lieu à une tâche réalisée et pour laquelle correspond, non pas une seule activité mais plusieurs activités (Dessus, 2003)(Figure 18).

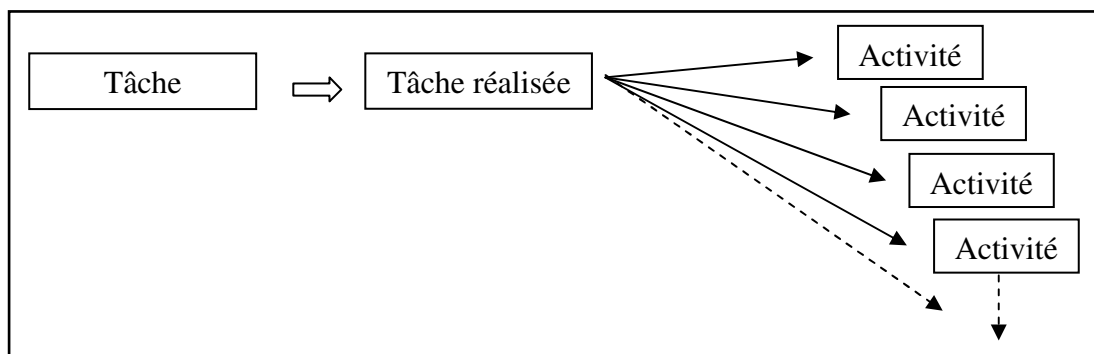


Figure 18. Une tâche : plusieurs activités (Dessus, 2003)

Ceci peut expliquer, d'une part, les écarts par rapport aux tâches prescrites et, d'autre part, la fluctuation des activités accomplies en fonction des facteurs tels que la composition du groupe d'élèves, certaines interventions d'élèves, etc.

III. ÉVALUATION DU REGISTRE PÉDAGOGIQUE

Le cadre communicationnel interactionnel intègre deux modes d'intervention pédagogique : la tutelle et la médiation.

Il est assez difficile de différencier, au cours d'un enseignement, ce qui ne relève que de la tutelle de ce qui ne relève que de la médiation. Toutefois, nous avons repéré des moments privilégiant la tutelle et d'autres la médiation.

Pour ce faire, nous avons élaboré une grille pour caractériser les modes d'intervention de l'enseignant. Cette élaboration a été réalisée en référence aux travaux de Larcher et Chomat (1998) sur la médiation, Dumas-Carré et Goffard (1998) et Saint-Georges (2001) sur médiation et tutelle ; elle a été enrichie et complétée à partir des analyses des interventions de l'enseignant faites sur nos propres données empiriques (Figure 19).

Interventions sous le mode de la tutelle	Interventions sous le mode de la médiation
<p>L'enseignant se fixe un ensemble d'attendus non négocié</p> <p>L'enseignant agit sur l'élève en orientant ses actions.</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant enrôle les élèves dans la tâche : <ul style="list-style-type: none"> - organise l'activité - oriente la tâche - oriente l'activité - informe - explique - donne une information préalable pour guider la tâche - procède à des récapitulations pour transiter vers une autre activité <p>L'enseignant juge les propositions de l'élève, corrige l'erreur et donne la bonne réponse</p>	<p>l'ensemble des attendus sont modulables parce qu'ils sont négociés</p> <p>L'enseignant, intermédiaire entre l'élève et le savoir, implique directement l'élève dans la construction du savoir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant donne aux élèves la possibilité de (d') <ul style="list-style-type: none"> - exprimer leurs idées - argumenter - justifier - négocier - poser des questions - se questionner - expliciter leurs idées • L'enseignant incite les élèves à <ul style="list-style-type: none"> - expliquer leurs choix - exprimer leurs opinions - réfléchir - entrer dans une réflexion épistémologique • L'enseignant confronte les réponses des élèves, reformule les questions individuelles pour les faire partager par les autres élèves : <ul style="list-style-type: none"> - renvoie la question à un autre élève, à l'ensemble de la classe • L'enseignant suscite le débat <ul style="list-style-type: none"> - questionne les propositions des élèves - met une ou des proposition(s) en attente avant de relancer le débat - accepte une ou différentes proposition(s) et donne la possibilité de débattre - donne la possibilité aux élèves de se convaincre les uns les autres • L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : <ul style="list-style-type: none"> - rappelle les acquis - sélectionne les propositions des élèves - rappelle les acquis pour relancer la réflexion épistémologique - recentre sur l'enjeu poursuivi - intervient en cas de difficultés et rappelle l'enjeu poursuivi - laisse les élèves exprimer leurs opinions et relance le débat en demandant des justifications - récapitule un ensemble d'idées pour relancer le débat - récapitule un ensemble d'idées et relance la réflexion épistémologique - donne de l'information, explique et relance la réflexion épistémologique - corrige une erreur et relance le débat - récapitule un ensemble d'idées pour clôturer le débat • L'enseignant s'assure d'une mutuelle compréhension : <ul style="list-style-type: none"> - demande des précisions, des explicitations - accepte la proposition de l'élève et la questionne <p>L'enseignant négocie la réponse de l'élève par rapport à une réponse acceptable scientifiquement.</p>

Figure 19. Grille d'analyse des interventions de l'enseignant en tutelle ou médiation

Interventions de l'enseignant sous le mode de la médiation	Modalités d'interventions
<ul style="list-style-type: none"> L'enseignant donne aux élèves la possibilité de (d') : exprimer leurs idées, expliquer, argumenter, justifier, négocier, poser des questions, se questionner, expliciter leurs idées 	<p>Est-ce que quelqu'un a une autre idée ? A quoi tu penses ; Comment expliquez-vous ? ; En quoi consiste cette ... ? Discutez entre vous ; Est-ce que la question est de...ou de ne pas... ? ; Qu'est-ce que vous entendez par...? sous quelles formes se font ...qu'est-ce que cela veut-il dire .. ? mais encore... ?</p>
<ul style="list-style-type: none"> L'enseignant incite les élèves à : expliquer leurs choix, exprimer leurs opinions, réfléchir, entrer dans une réflexion épistémologique 	<p>Pourquoi vous dites non ? ; Qu'est-ce que vous pensez... ? ; Comment argumentent-ils ? ; Oui ...et puis il y a une autre idée... ; Est-ce que expliquer par... constitue une... ?</p>
<ul style="list-style-type: none"> L'enseignant confronte les réponses des élèves, reformule les questions individuelles pour les faire partager par les autres élèves : Renvoie la question à l'élève, à un autre élève, à l'ensemble de la classe 	<p>Tu t'étonnes que ce soit ... ? ; Ecoutons, ce que va dire... ? ; Ah il y a une question votre camarade me dit comment ils ... ? ; Est-ce que c'est possible de continuer à convaincre... ?</p>
<ul style="list-style-type: none"> L'enseignant suscite le débat : - questionne les propositions des élèves, met une ou des proposition(s) en attente avant de relancer le débat, accepte une ou différentes proposition(s) et donne la possibilité de débattre, donne la possibilité aux élèves de se convaincre les uns les autres 	<p>Est-ce qu'il les a faites uniquement ... ; Oui, ...Comment est-il arrivé à ... Et puis, il y a une autre idée ? ; Donc, quelle est l'idée émise ? ; Réfléchissez bien, est-ce ainsi que vous vous expliquez... ? ; Est-ce que c'est possible de continuer à convaincre... ?</p>
<ul style="list-style-type: none"> L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : rappelle les acquis ; sélectionne les propositions des élèves ; rappelle les acquis pour relancer la réflexion épistémologique ; recentre sur l'enjeu poursuivi ; intervient en cas de difficultés et rappelle l'enjeu poursuivi ; laisse les élèves exprimer leurs opinions et relance le débat en demandant des justifications ; récapitule un ensemble d'idées pour relancer le débat ; récapitule un ensemble d'idées et relance la réflexion épistémologique ; donne de l'information, explique et relance la réflexion épistémologique ; corrige une erreur et relance le débat ; récapitule un ensemble d'idées pour clôturer le débat 	<p>...est-ce que vous êtes capables de vous critiquez maintenant ? ; Oui, on peut les faire ... on peut les garder ... est-ce qu'ils peuvent ... est-ce qu'il serait possible de ... ? ; Bien !!! Nous reviendrons à ton idée après avoir résolu ... : Est-ce que les ... ; Je vais intervenir pour une petite chose parce que ... vous avez de petites difficultés de quoi s'agit-il dans ... ? ; Il faudrait ...pour ... nous dit ... Vous allez revenir aux... pour retrouver si jamais ... ; Je vais essayer de prendre votre raisonnement à vous pour ce cas précis il y a ... Qu'est-ce que cela nécessite-t-il ? ; Là, c'est autre chose ... est-ce que tu penses que... ? ; Donc, c'est un ...Qu'est-ce que vous vouliez nous dire ... ? ... pourquoi ? à cause de quoi ? qu'est-ce que l'on fait pour justifier ... ? ; Oui, une ... mais en quoi consiste cette ... ? Qu'est ce qu'on fait pour le ... ?</p>
<ul style="list-style-type: none"> L'enseignant s'assure d'une mutuelle compréhension : demande des précisions, des explicitations, accepte la proposition de l'élève et la questionne. 	<p>Des ...est-ce qu'ils les a faites uniquement au niveau des ... ? donc, il y a une ... Voilà !!! ... qu'il a appelée ...quelle est l'idée émise ? Quelle est la question qui se pose ? Comment argumente-t-il son idée ?</p>

Figure 20. Types et modalités d'interventions de l'enseignant sous le mode de la médiation

1. INTERVENTIONS DE L'ENSEIGNANT EN TUTELLE

L'enseignant tuteur oriente les actions des élèves. La tutelle apparaît dans l'organisation des tâches et l'orientation des activités. C'est l'enseignant qui est garant de la progression de l'enseignement. Les entrées, les sorties des différents thèmes et les transitions d'un thème à l'autre ont été à l'initiative de l'enseignant (Annexe 7-3, 7-4, Tableau. 4). Il a orienté l'activité des élèves, au début des différentes sous-unités et des différents épisodes, en donnant des consignes, et des informations préalables et en récapitulant les idées à la clôture des sous-unités et épisodes.

Exemples d'interventions sous le mode de la tutelle

« **On récapitule** nos idées ? ... ; **Revenons** aux ...maintenant **allons** au; ...**je vais donner** la ... et **vous allez** en discuter entre vous... ; Maintenant, **vous allez vous-même retrouver** ces ... ; **Prenez** un ... et **jouez** le jeu **essayer de ...ensuite essayer de voir** ... ; Oui mais ... **donc se sont** des ... ; **Faites attention aux références** de ... ; **Rappelez vous nous avons vu** le ... »

Tableau 4. Occurrences des entrées et sorties des épisodes thématiques dans le sous-groupe classe

Ensemble des sous-unités	Total	%/total
Nombre d'épisodes	68	100%
Entrée à l'initiative de l'enseignant	63	93%
Entrée à l'initiative de l'élève	5	7%
Sortie à l'initiative de l'enseignant	44	65%
Sortie à l'initiative de, des élèves (s)	12	18%
Sans sortie	12	18%

2. INTERVENTIONS DE L'ENSEIGNANT EN MÉDIATION

Les interventions de l'enseignant en médiation apparaissent dans les corps des épisodes, situés entre l'entrée et la sortie de chaque épisode et de chaque sous-unité (Annexe 7-3).

L'enseignant médiateur, intermédiaire entre l'élève et le savoir, donne la possibilité aux élèves de s'investir directement dans l'accomplissement des tâches et de s'impliquer dans la construction du savoir.

Nous avons repéré des types d'interventions qui apparaissent significatives d'une médiation ainsi que leurs modalités. La grille de la figure 20 résume quelques unes de ces modalités. Elle est suivie d'un ensemble d'exemples les illustrant.

Pour illustrer les interventions de médiation de l'enseignant, nous en avons sélectionnées quelques unes que nous faisons accompagner par des extraits des dialogues dans l'ensemble du sous-groupe classe.

- L'enseignant confronte les réponses des élèves : il renvoie la question à un autre élève, à l'ensemble de la classe

Extrait de Sgc/su 1-3, U12-U19

13. *Ens : Donc tu penses qu'il a fait des expériences*

14. *Chaima : Après.*

15. *Ens : **Pourquoi il avait besoin de faire des expériences ?***

- L'enseignant suscite le débat en questionnant les propositions des élèves

Extrait de Sgc/su 1-2, U175-U195

175. *Ens : Il parle d'observations faites sur des ...*

176. *Enb du gr : Des fossiles*

177. *Ens : Des fossiles (ft) est-ce qu'ils les a faites, uniquement, au niveau des fossiles ?*

...

195. *Ens : Voilà !!! Les espèces ont une origine commune qu'il a appelée -ancêtre commun- (ft) **donc, quelle est l'idée émise ?***

- L'enseignant accepte une ou différentes proposition(s) pour ensuite susciter le débat

Extrait de Sgc/su 2-2, U15-U21

15. *Ens : **Nous reprenons**, ce que vient de dire votre camarade Sawsen : Pour elle, l'évolution s'explique par l'adaptation (ft). **Qu'est-ce que tu veux dire par – adaptation- ?***

...

19. *Ens : Vous parlez de survie aux conditions du milieu (ft). Réfléchissez bien : **Est-ce ainsi que vous vous expliquez qu'il y a une évolution ?***

20. *Enb du gr : Non.*

21. *Ens : **Qui dit non ?***

- L'enseignant suscite le débat en donnant la possibilité aux élèves de se convaincre les uns les autres

Extrait de Sgc/su 1-3, U12-U19

12. Chaima : *Nous avons remarqué que Darwin dans ce texte a dit ...à cette époque là il n'avait pas encore commencé à faire des expériences.*

13. Ens : *Donc tu penses qu'il a fait des expériences*

14. Chaima : *Après.*

15. Ens : *Pourquoi il avait besoin de faire des expériences ?*

16. Sawsen : *Madame !*

17. Ens : *Écoutons, ce que va dire Sawsen.*

18. Sawsen : *Il est très difficile de faire des expériences pour appuyer ce point de vue car pour montrer les transformations qui surviennent le long des générations d'une espèce, il faut beaucoup de temps et Darwin n'avait pas la possibilité de vivre tout ce temps là pour poursuivre et compléter son étude.*

19. Nouha : *La nature même du sujet ne permet pas de faire des expériences.*

- L'enseignant donne la possibilité aux élèves d'exprimer leurs opinions

Extrait de Sgc/su1-2, U34 ; U62 ; U63

34. Abdou : *Moi, je pense que, c'est plutôt عالم القردة (le monde des singes) du point de vue sens, c'est beaucoup plus proche du sens général du texte. Il y a, je pense **une erreur de frappe.***

...

62. Manel : ***Mais, madame !!!** Le texte d'Ibn Khaldoun s'est basé uniquement sur l'observation **mais** après, il n'y a **plus rien de scientifique !!!***

63. Abdou : ***Oui.** Il parle de 'créatures'. Il pense qu'elles (les espèces) sont créées.*

- L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : il rappelle les acquis sélectionne les propositions des élèves

Extrait de Sgc/su 1-2, U173-U177

173. Imen : *Il a observé des fossiles.*

...

176. Enb du gr : *Des fossiles*

177. Ens : *Des **fossiles** (ft). **Est-ce qu'ils les a faites, uniquement, au niveau des fossiles ?***

- L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : il rappelle les acquis pour relancer la réflexion épistémologique

Extrait de Sgc/su 1-3, U36-U56

47. *Ens : **Là donc, c'est la démarche expérimentale** (ft). Lorsque, j'ai un phénomène, par exemple, prenons la digestion. Justement au niveau du tube à essai, qu'est ce qu'on a essayé de faire ?*

48. *Dorsaf : Une réaction*

49. *Ens : La réaction autrement ?*

50. *Rahma : On réalise ce qui se passe dans le tube digestif.*

51. *Ens : **On essaye de le réaliser, autrement dit, de le reproduire** (ft). Mais, comment ? Qu'est-ce que l'on fait ?*

...

56. *Ens : **Oui, on peut les faire varier, on peut les garder constantes** etc. Maintenant, si je prends la démarche prise par Darwin, il s'agit bien des phénomènes évolutifs. **Est-ce qu'ils peuvent se plier à cette démarche là** (Tableau : Démarche expérimentale). **Est-ce qu'il serait possible de reproduire ces phénomènes évolutifs.***

- L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : il accepte la proposition et recentre sur l'enjeu poursuivi

Extrait de Sgc/su2-2, U43-U47

45. *Ens : **Pourquoi ? Tu penses à autres facteurs ?***

46. *Imen : Oui, je pense aux mécanismes de la reproduction qui peuvent être une source de diversité.*

47. *Ens : **Bien !!! Nous reviendrons à ton idée après avoir résolu ce problème : Est-ce que les facteurs du milieu induisent directement les transformations adaptatives ?***

- L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : il récapitule un ensemble d'idées et relance la réflexion épistémologique

Extrait de Sgc/su 1-3, U58-U77

58. *Ens : **Donc, c'est un phénomène non reproductible** (ft) ce que Sawsen, Dorsaf, Abir et Manel voulaient nous expliquer tout à l'heure ? **Qu'est-ce que vous vouliez nous dire tout à l'heure ?***

59. Dorsaf : *Oui. Les expériences ne sont pas possibles. On ne peut pas refaire ça au laboratoire.*

60. Ens : *Oui, Pourquoi ? A cause de quoi ?*

...

64. Ens : *Alors dans ce cas là qu'est-ce que l'on fait pour justifier l'hypothèse d'une non immuabilité des espèces ?*

...

70. Ens : *Oui, une recherche mais en quoi consiste cette recherche ?*

...

72. Ens ; *Donc on fait des observations (ft). En quoi consistent ces observations ?*

- L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : intervient en cas de difficultés et rappelle l'enjeu poursuivi

Extrait de Sgc/su2-3, U1-U7

1. Ens : *Je vais intervenir pour une petite chose parce que je remarque que vous avez de petites difficultés. De quoi s'agit-il dans cette recherche ?*

...

4. Ens : *Je vais essayer de prendre votre raisonnement à vous pour ce cas précis.*

Il y a passage des espèces du milieu aquatique au milieu terrestre. Qu'est-ce que cela nécessite-t-il ?

...

7. Ens : *Il faudrait des membres pour se déplacer, nous dit Zeineb. Vous allez revenir aux résultats de la recherche pour retrouver si jamais il y a une correspondance entre le raisonnement que vous venez de faire et les données de la recherche. Allez-y au travail. Discutez bien entre vous.*

- L'enseignant fait progresser l'élaboration des connaissances : corrige l'erreur et relance le débat

Extrait de Sgc/su 2-3, U27-U29

27. Manel : *Ce n'est pas vraiment un changement, ce n'était pas un être et c'est devenu un autre. Elle a allongé son cou, c'est tout. C'est comme le joueur de Basket à force de jouer, sa taille augmente.*

28. *Ens : Là, c'est autre chose. Là, c'est la plasticité des os. Est-ce que, tu penses que ce caractère acquis chez le basketteur va passer aux descendants ? Abdessalem répond lui.*

- L'enseignant s'assure d'une mutuelle compréhension : demande des précisions, des explicitations ou accepte la proposition de l'élève et la questionne

Extrait de Sgc/ su 1-2, U175-U209

175. *Ens : Il parle d'observations faites sur des ...*

176. *Enb du gr : Des fossiles*

177. *Ens : Des fossiles (ft). Est-ce qu'ils les a faites, uniquement, au niveau des fossiles ?*

...

188. *Ens : Oui, elles se modifient graduellement (ft). Et puis, il y a une autre idée ?*

194. *Abdou : Les espèces proviennent d'une origine commune.*

195. *Ens : Voilà !!! Les espèces ont une origine commune qu'il a appelée -ancêtre commun- (ft). Donc, quelle est l'idée émise ?*

...

200. *Ens : Quelle est la question qui se pose ?*

201. *Sawsen : L'origine des espèces.*

202. *Najla : La transformation.*

203. *Ens : Oui, la non immuabilité des espèces (ft). Comment a-t-il argumenté son idée ?*

204. *Sawsen : Les faits*

205. *Ens : Et, quels sont ces faits ?*

208. *Abdou : Et les êtres actuels.*

209. *Ens : Ensuite, les actuels. C'est la vie actuelle. Comment a-t-il procédé ?*

3. CONCLUSION : MODE D'INTERVENTION DIVERSIFIÉ DE L'ENSEIGNANT, FAVORISANT UNE RÉFLEXION INTERACTIVE

Les interventions de l'enseignant sont en tutelle et/ou en médiation. Les interventions de médiation apparaissent dominantes dans le dispositif. Elles sont diversifiées, nuancées, souvent ajustées aux réponses des élèves. Elle semblent avoir inciter les élèves à avoir une réflexion distanciée et à s'investir dans l'accomplissement de leurs tâches en dynamique interactionnelle.

IV. ÉVALUATION DES RÉFLEXIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES EN CONTEXTE INTERACTIONNEL

La réflexion épistémologique suppose un discours distancié, c'est-à-dire un discours réflexif et critique. Dans cette partie, nous repérons les indices d'une disposition des élèves à tenir un discours distancié et les indices d'une aide de l'enseignant à faire tenir un tel discours distancié par les élèves.

La sensibilisation à la réflexion épistémologique est un objectif essentiel du dispositif conçu. Elle est programmée essentiellement en deuxième et en quatrième temps didactique (première et troisième séquence d'enseignement) où les tâches prescrites incitent à la distanciation par rapport aux données des documents à étudier (fiches de travail : Annexe 4-3). Elle concerne la caractérisation des référentiels argumentatifs et les critères de scientificité de l'évolution du vivant.

1. DISCOURS A DIFFÉRENTS NIVEAUX DE DISTANCIATION CHEZ LES ÉLÈVES

Les indices d'un discours distancié sont recherchés, essentiellement, dans les dialogues de groupes, par un repérage de connecteurs grammaticaux et d'expressions indicatrices de réflexions distanciées.

L'analyse de contenu thématique (Annexe 7-1) montre que ce sont particulièrement les épisodes de négociation qui ont permis aux élèves des distanciations par rapport aux questions débattues (Annexe 8-4). Nous y constatons, principalement, des comportements et des attitudes critiques, de questionnements ; par le fait d'être autocritique ou d'avoir un regard critique rétrospectif. Elles indiqueraient une disposition des élèves à la réflexion épistémologique.

- **Réflexion sur la nature et les types d'arguments relatifs à la diversité du vivant : *un premier niveau de distanciation***
 - **Une attitude critique**

Extraits du transcript Pg/su 1-2 GIIe, Episode 1-2, U13-U30

Manel est critique par rapport aux écrits des auteurs des textes. Le connecteur argumentatif « mais » exprime une opposition. A son avis, argumenter par la création et la simple

observation ne peut constituer des arguments clairs et encore moins des arguments à son avis « scientifiques ».

21. Manel : **mais** dans le texte 1, le savant se base sur...

22. Najla : la **création**

23. Manel : et il se base **uniquement** sur l'**observation** de la forme extérieure de l'animal par exemple : « ثم اعلم بأنّ من الحيوان ما هو تام الخلقة كاملة الصورة كالتى تنزرو و تحبل و تلد و وترضع ».

Un travail pareil paraît évident. N'importe qui d'entre nous maintenant peut le faire avec beaucoup de facilité. Il n'y a **pas d'argument clair** on **ne peut pas** dire que ce sont des résultats **scientifiques** c'est-à-dire que ...

Le manque de scientificité est exprimé par la négation « ne ... pas » qui traduit une restriction. Les arguments n'étant pas concrets, ils ne peuvent relever du « scientifique ».

24. Inès : il n'y a **pas d'arguments**.

25. Manel : il n'y a **pas d'arguments concrets palpables**. On sent qu'il y a **uniquement un raisonnement**. Ce n'est pas du concret.

▪ Emergence d'un questionnement

Extrait du transcript Pg/su 1-2 GIVe

Chaima se rend compte qu'il y a deux explications à la diversité. Elle se pose une question : comment expliquer la diversité du vivant ? La locution conjonctive « ou bien » indique que Chaima s'impose un choix entre les deux possibilités explicatives : Dieu ou la sélection naturelle.

7. Chaima : Comment peut-on expliquer ceci ? **Est-ce que** c'est **Dieu** qui commande l'existence des êtres vivants **ou bien** c'est la **sélection naturelle** qui offre aux êtres vivants les conditions de vie qu'il leur faut et alors ce sera l'origine de la **diversité** ? Comment ?

• Réflexion sur la nature et les types d'arguments relatifs à la diversité du vivant : un deuxième niveau de distanciation

▪ Emergence d'un questionnement

Extraits du transcript Pg/su 1-1IIIe

A un certain moment des interactions, Kheiri s'est senti obligé d'avoir un parti pris pour la deuxième explication (Texte R2, Fiche de travail n°1, Annexe 4-3.). Son implication énonciative « à mon avis » en U32 initie un épisode de négociation.

32- Kheiri : *Si nous parlons logiquement, à mon avis l'idée du deuxième texte est plus correcte.*

Les interactions langagières ont ainsi induit une réflexion et une prise de recul par rapport au fait d'être ou de ne pas être convaincu par l'une ou l'autre des deux explications relatives à l'origine des espèces vivantes chez Abir, Dorsaf et Soumaya. Les élèves se sont posés des questions :

33. Abir : **Oui**

34. Soumaya : *Oui, mais regardez bien chacun des auteurs donne ses propres arguments pour convaincre les lecteurs*

35. Abir : **Est-ce que c'est le deuxième qui nous convainc ?**

36. Dorsaf : *Effectivement est-ce que l'on doit être convaincu par le deuxième ? Mais attention **chaque texte expose ses arguments.***

Lors de cette deuxième assertion, Dorsaf s'interdit un parti pris, le « mais » exprime une réorientation argumentative : « **Mais attention chaque texte expose ses arguments.** ». Elle attire l'attention de ses camarades sur le fait qu'il y aurait plutôt à « réfléchir » et à « prendre de la distance » afin d'examiner et de discuter les différents arguments.

En revanche, les interrogations et réflexions de Dorsaf et Abir ont influencé Kheiri. Ses premiers énoncés en U37 montrent une subjectivité. Il a gardé son engagement envers l'explication fixiste (2^e texte). Son engagement est étayé par des arguments inventés :

37. Kheiri : *Les arguments du texte 2 sont plus convaincants que ceux du texte1, il (Crews) dit bien « le chat restera toujours un chat » on ne peut pas imaginer que le chat était un chien jamais un chat ne peut devenir un chien le deuxième est vraiment beaucoup plus logique que le premier.*

Cependant, il finit par une tentative de réflexion et de prise de recul :

37. Kheiri : « ...le premier **défend aussi son idée en donnant des arguments qui pourraient convaincre aussi mais...** »

▪ Une autocritique

Extraits du transcript Pg/su 1-2 GIIIe

Kheiri manifeste une objection qui révèle sa conception concordiste. Le référentiel argumentatif de Ikhwan Essafaa est à la fois religieux et scientifique. A son avis se référer au religieux ensuite au scientifique est la démarche « juste ».

15. Kheiri : On peut dire que dans ce premier texte au départ la **référence est religieuse**. Celle-ci a mené vers une **référence scientifique**. A mon avis partir d'une référence religieuse pour en arriver à une référence scientifique est la **démarche correcte**. **Logiquement, c'est bien la démarche juste**.

Dorsaf s'oppose à l'objection de Kheiri en spécifiant que le référentiel argumentatif de Ikhwan Essafaaa est théologique du temps que ces derniers argumentent par 'La Sagesse Divine' 'الحكمة الإلهية'. Elle explique à Kheiri que le fait même d'argumenter en référence au théologique exclut toute scientificité.

16. Dorsaf : Regarde bien, dès le départ leur **référence est religieuse** il n'y a rien de **scientifique** dans leur démarche. Ils disent : « لأن الحكمة الإلهية لا تعطي الحيوان عضوا لا يحتاج » (La Sagesse divine ne pourvoit pas l'animal d'un organe dont il n'a pas besoin). Ils veulent dire que la **diversité est l'œuvre de la création de Dieu**.

17. Kheiri : Euh ...

18. Dorsaf : Ce que tu dis n'est **pas juste**. Le texte part d'un point de vue **religieux**.

Kheiri se justifie en évoquant le fait que faire des observations et les citées comme exemple cela relève de l'argumentation scientifique.

19. Kheiri : Non il y a **deux démarches**, l'une est **religieuse** l'autre est **scientifique** justifiées dans le texte par :

ثم اعلم بأنّ من الحيوان ما هو تام الخلقه كاملة الصورة كالتى تنزرو و تحبل و تلد وترضع, ومنها ما هو ناقص الخلقه كالتى تتكون من العفونات, و منها ما هو كالحشرات والهوام بين ذلك كالتى تنفذ وتبيض وتحضن وتربى, ثم اعلم بأنّ «الحيوانات الناقصة الخلقه متقدمة الوجود على التامة الخلقه بالزمان في بدء الخلق». Je ne sais pas ? moi je sens que ces **arguments** sont tirés de la **réalité**. Il y a quelque part de la **science**.

Dorsaf tente d'expliquer à Kheiri que sa façon de pensée (concordiste) est en fait une conception issue de notre milieu socioculturel : «**Idée que nous avons nous-même reçue depuis notre naissance**». Elle attire son attention encore une fois sur le fait que la référence à la religion («L'origine de la création» «بدء الخلق» ; «La Sagesse Divine» «الحكمة الإلهية») exclut toute scientificité.

20. Dorsaf : Ici les auteurs ont pris l'**idée religieuse idée que nous avons nous-même reçue depuis notre naissance**. C'est pour cette raison **qu'elle nous paraît juste, mais attention elle est totalement reliée avec la religion**. Ils parlent de : «بدء الخلق» «الحكمة الإلهية» (L'origine de la création ; La Sagesse Divine).

Les efforts de Dorsaf ne semblent pas avoir aidé Kheiri à changer d'idée (conception concordiste). Il justifie son idée : Ikhwan Essafaa argumentent la diversité du vivant par une gradation au sein du vivant. A son sens, le seul fait d'évoquer une gradation au sein du vivant relève du scientifique.

21. Kheiri : *Non je ne défends pas qu'il y a une idée religieuse, celle de la création mais je dis que le texte comporte aussi une idée scientifique. Il y a des arguments :* « ثم اعلم بأن « الحيوانات الناقصة الخلقة متقدمة الوجود على التامة الخلقة بالزمان في بدء الخلق »

- **Réflexion sur la méthodologie de validation appliquée à l'évolution du vivant**

- **Une analyse comparative**

Extrait du transcript Pg/su1-3 GIe

Le connecteur « mais » exprime une réorientation argumentative qui montre une opposition. Asma oppose les deux démarches d'argumentation du temps qu'elles sont différentes : celle utilisée d'habitude (par les scientifiques ou en classe de biologie) repose sur *l'expérience* alors que celle utilisée par Darwin repose sur *l'observation* et la *comparaison* des fossiles et des êtres actuels.

12. Asma : *La démarche de validation de Darwin est basée sur l'observation en même temps que la comparaison des fossiles avec les animaux actuels mais la démarche de validation que nous avons l'habitude de suivre dans le cas de la biologie on réalise des expériences puis on observe puis on fait une analyse pour enfin tirer une conclusion.*

Extraits du transcript Pg/su1-3 GIVe

Le connecteur « mais » exprime une réorientation argumentative qui montre une opposition. L'opposition est renforcée par l'utilisation de plusieurs restrictions « ne ...pas » ou « ne ...que » En effet, aussi bien pour Sabrina que pour Chaima, la démarche argumentative adoptée par Darwin est différente de l'expérience.

7. Sabrina : *Darwin explique sa théorie par des observations et des comparaisons mais ce n'est pas le cas pour la digestion on fait des expériences sur les animaux. par exemple dans l'étude de la digestion, je peux faire des expériences d'analyse, de dosage etc. d'après les résultats que je trouve, je fais ma conclusion. Voilà !!!*

8. Chaima : *Effectivement, il me semble que Darwin a travaillé dans un endroit bien déterminé les Iles euh ...*

9. Sabrina : *Galápagos.*

Selon Sabrina et Chaima, ne faire que des observations et des comparaisons, cela ne peut correspondre à faire des expériences.

10. Chaima : *Il s'est basé sur du **concret**. il n'a fait **que des observations** c'est après qu'il a commencé à avoir des idées donc si je comprends bien euh...*

11. Sabrina : *tu voulais donc dire que Darwin **n'a pas pu faire des expériences** c'est vrai il n'a fait **que des observations** et des **comparaisons uniquement**.*

12. Chaima : *concernant Darwin nous pouvons dire que c'est **l'observation** qui a été à **l'origine de ses... l'idée** (évolution biologique) il **ne s'est pas** basé que sur **l'expérience**. Donc, il **n'a pas procédé comme** dans l'étude de la **digestion** il n'avait que de simples idées je pense qu'il **n'a pas entamé (fait) des expériences**.*

13. Sabrina : *Il y a **aussi la sélection naturelle**.*

- **Une justification de la spécificité méthodologique de la démarche de validation par enquête appliquée à l'évolution du vivant**

Extraits du transcript Pg/su1-3 G1e

Abdou justifie la démarche argumentative utilisée par Darwin. Cette démarche ne peut-être la démarche expérimentale à cause du facteur 'temps'. Le facteur temps empêche la reproductibilité à l'échelle expérimentale.

14. Abdou : *on peut **justifier** cette démarche par **le facteur temps**. On **ne peut pas reproduire le phénomène par des expériences** comme on a l'habitude de le faire.*

Ses camarades le suivent dans sa justification. Elles semblent convaincues de ce qu'il avance.

15. Asma : *Les conditions pour reproduire l'évolution par l'expérience ne sont pas possibles.*

16. Olfa : *On remplace le tout, les documents à fournir, par la recherche sur les fossiles.*

17. Imen : *Par la recherche de l'âge des fossiles.*

Extraits du transcript Pg/su1-3 GVe, Episode 1-3, U23-U31

Sawsen s'engage dans une évaluation : « **Je vois** ici qu'il est très **difficile de faire des expériences** pour mettre en évidence les transformations subies par les vivants » qu'elle argumente « **car** la reproduction chez les vivants **s'étale dans le temps** ». Ceci indique qu'elle fait un lien entre la démarche de validation de l'évolution et le facteur temps. En fait, en évoquant le facteur temps, Sawsen touche au problème de la non reproductibilité des phénomènes évolutifs dans leur ensemble.

23. Sawsen : **Je vois** ici qu'il est très **difficile de faire des expériences** pour mettre en évidence les transformations subies par les vivants **car** la reproduction chez les vivants **s'étale dans le temps**.

Nouha ne suit pas Sawsen dans son raisonnement. Elle tente une négociation.

24. Nouha : Il ne parle pas de la reproduction il parle euh... sa théorie c'est la théorie de l'évolution ici.

Sawsen continue sa justification en évoquant encore une fois le facteur temps. Mais, elle n'arrive pas à faire parvenir son idée. Nouha persiste dans sa contestation

25. Sawsen : Je veux dire que **les êtres vivants vivent longtemps** et il faut **longtemps** pour que les individus se **reproduisent**.

26. Nouha : Mais, il ne parle pas de la reproduction.

Maintenant, Sawsen tente de faire raisonner ses camarades sur le pourquoi de ne pas utiliser des expériences pour argumenter l'évolution.

27. Sawsen : Oui, je le sais bien mais je veux dire que c'est difficile de faire des expériences il **ne peut pas faire des expériences pour prouver** les changements qui se sont passés **le long de plusieurs siècles**, de plusieurs générations. Ecoute moi bien : est-ce Darwin est **capable de vivre si longtemps pour montrer les transformations ?**

28. Nouha : Darwin, ici, il a utilisé des observations, à partir des observations il a tiré un questionnement, à partir de ce questionnement, il a tiré une hypothèse puis il a cherché des arguments pour valider cette hypothèse il a utilisé un raisonnement logique pour euh ...valider son hypothèse.

29. Sawsen : Tu as dit avez dit **qu'il n'a pas fait des expériences** je te dis **pourquoi** il n'a pas fait des expériences ? Mais, moi je te dis qu'il **ne peut pas vivre tout ce temps**, toutes ces générations pour montrer qu'il y a des transformations.

Enfin, Sawsen arrive à faire parvenir son idée à Nouha qui finit par y adhérer.

30. Nouha : C'est ce que je voulais dire, c'est pourquoi il a utilisé des observations, cette démarche précise ce raisonnement pour valider ses arguments.

- **Réflexion sur les savoirs conceptuels de l'évolution du vivant : un premier niveau de distanciation**

La distanciation s'est également, manifestée lors du troisième temps didactique (deuxième séquence) dont l'enjeu est la construction de savoirs conceptuels de l'évolution du vivant.

▪ Emergence d'un questionnement

Extraits du transcript Pg /su2-5 GVe, Episode1-2 : U4-U12

Sawsen se pose des questions : il y a bien naissance de nouvelles espèces mais alors par quels mécanismes ?

4. Sawsen : *Dis-moi comment ? Comment ces espèces ont-elles pris naissance ?*

5. Nouha : *Ah, comment ont pris naissance les nouvelles espèces ? C'est bien la question.*

Euh... euh... Peut-être, qu'il y a eu des mutations. C'est peut-être le phénomène ...euh ... ou peut-être le fait d'avoir migrer vers d'autres territoires...euh... peut-être ?

Nouha propose une éventualité pour le mécanisme ayant permis la naissance des nouvelles espèces ce serait « la migration ».

8. Nouha : *C'est-à-dire que le changement de l'espèce a eu lieu au cours de la migration. Peut-être que, c'est le phénomène de la **migration** qui a entraîné la transformation ? Peut-être ? Je dis bien peut-être ?*

A ce moment, Sawsen réplique par une réflexion qui montre un certain degré de maturité en réflexion épistémologique. Elle apprécie le « *peut-être* » de Nouha, qui, d'après elle, est bien à sa place, puisque la situation en question est bien une situation de recherche : « *nous sommes bien en train de chercher...* »

9. Sawsen : *Qu'est-ce que tu racontes, **naturellement**, c'est un « **peut-être** », nous sommes bien **en train de chercher** pour retrouver de quoi il s'agit.*

Nouha se pose des questions, prend du recul et propose une autre explication, en faisant référence aux connaissances acquises antérieurement.

12. Nouha : *Ecoutez moi bien, c'est peut-être, **comme** ce que nous avons retrouvé tout à l'heure, le membre des tétrapodes est apparu avant le changement du milieu. **Ce n'est pas l'influence du milieu** qui a donné la transformation. Peut-être que ces goélands ont changé **avant leur migration** vers de nouveaux territoires. Peut-être que c'est ça ?*

▪ Une attitude critique

Manel est critique par rapport aux affirmations de ses camarades. Elle invite ses camarades à réfléchir au fait que s'il y a transformation de l'espèce, celle-ci est en conséquence des mutations mais que celles-ci n'engendrent pas une transformation du type « métamorphose ».

Extrait du transcripts Pg/su 2-4Ile, U2-U10

2. Zeineb : *c'est-à-dire que le singe a subi une mutation pour devenir un homme.*
3. Inès : *on peut dire que le singe a subi des mutations pour devenir homme.*
4. Manel : **Attention**, *l'idée n'est pas que l'homme était un singe ils (homme et singe) avaient un ancêtre commun.*
5. Najla : *Si nous admettons qu'ils avaient un ancêtre commun, mais comment peut-on expliquer que l'un possède 48 chromosomes alors que l'autre non.*
6. Manel : **Si les singes se sont transformés en hommes cela devrait dire qu'il ne doit pas avoir de singes actuellement.**
7. Najla : *Non cela continue à être possible grâce aux mutations. C'est un peu l'exemple des poissons qui ont eu quatre pattes.*
8. Manel : **Non, parce que si jamais l'homme dérive du singe cela veut dire que toute l'espèce doit changer complètement.**
9. Najla : *Tu penses que toute l'espèce change ?*
10. Manel : **Oui.**

- **Réflexion sur les savoirs conceptuels de l'évolution du vivant : un deuxième niveau de distanciation**
 - **Un regard critique rétrospectif**

Extraits du transcripts Pg/su2-3 GIe, U1-U25

La préposition de temps « avant » et les procédures de négations : « non », « ce n'est pas », « ce n'est pas ça », « il n'y avait pas », utilisées par Abdou indiquent qu'il a pris conscience du fait que les transformations chez les êtres vivants ne sont pas induites par les facteurs du milieu comme ils (lui et ses camarades) le pensaient « avant » : « **Avant nous nous disions que ce sont les facteurs du milieu qui obligent les êtres à changer non** ». Il tente de l'expliquer à ses camarades.

1. Abdou : *Si, je comprends bien, les tétrapodes n'ont pas été obligés de changer pour avoir des pattes. Avant nous nous disions que ce sont les facteurs du milieu qui obligent les êtres à changer non ici on voit que le changement la transformation a eu lieu alors que les individus vivaient encore dans l'eau...*

Il insiste en précisant qu'il n'y a pas de volonté interne chez le vivant à vouloir changer.

6. *Abdou : Ce n'est pas l'influence des facteurs du milieu qui a donné les changements. C'est-à-dire qu'il n'y avait pas une volonté de leur part de vouloir changer. Le changement (apparition du membre des tétrapodes) a eu lieu alors que les individus vivaient dans l'eau. D'accord ?*

Il prend comme exemple la girafe de Lamarck

20. *Abdou : Si on revient au cas de la girafe (Lamarck), on nous dit que l'influence du milieu a entraîné l'allongement du cou. Ce n'est pas ça.*

...

25. *Imen : Si, nous prenons notre exemple à nous. Nous, nous avons une grande volonté à aller vivre dans l'espace. Comment allons-nous faire pour pouvoir respirer et avoir nos besoins en oxygène ? Il nous faut absolument nous adapter !!! Mais, Hi, Hi, Hi, sûrement que nous ne pouvons pas changer ?!?! Hi, Hi, Hi.*

2. AIDE DE L'ENSEIGNANT À LA RÉFLEXION ÉPISTÉMOLOGIQUE EN CONTEXTE INTERACTIONNEL

L'aide de l'enseignant à faire tenir aux élèves un discours distancié est analysée à partir des dialogues dans l'ensemble du sous-groupe classe.

2.1. Méthodologie d'analyse de contenu des énoncés de l'enseignant

À la suite de la détermination de la valeur interactive (intervention initiative, intervention réactive) des interventions de l'enseignant et leurs modalités d'énonciation (assertion, ordre ou questionnement) (Riegel, 1994), l'établissement d'une grille d'analyse, inspirée de Postic (1972), adaptée et enrichie à partir de nos données empiriques, a permis une analyse de contenu de l'ensemble des énoncés de l'enseignant, la catégorisation des actions (Annexe 9-1) et la détermination de leurs occurrences en fonction des catégories construites (Annexe 9-2).

À partir de là, et afin d'évaluer l'aide de l'enseignant permettant aux élèves de tenir un discours distancié, notre intérêt s'est orienté vers l'analyse des énoncés qui inciteraient au discours réflexif et critique.

Deux temps d'analyse sont définis pour apprécier l'aide de l'enseignant aux élèves à tenir un discours distancié.

- Le premier temps comporte une analyse fine de contenu. Elle permet de repérer dans les énoncés de l'enseignant les indices révélateurs d'une incitation des élèves à la réflexion épistémologique.

- Le deuxième temps comporte une analyse quantitative. Elle permet d'apprécier les occurrences des énoncés incitant au discours distancié par rapport à l'ensemble des énoncés de l'enseignant.

2.2. Incitation à un discours distancié

L'analyse de contenu thématique (Annexe 7-1) permet de repérer les épisodes où l'orientation générale du discours de l'enseignant est une incitation à la réflexion épistémologique. L'analyse fine des épisodes choisis permet de repérer les indices d'une incitation aux discours réflexif et critique.

- **Différentes thématiques objets d'une réflexion distanciée**

L'enseignant aide les élèves à tenir un discours distancié sur la nature de l'argumentation, les méthodologies en sciences, la démarche scientifique relative à l'évolution du vivant, la méthodologie de l'enquête, la validité scientifique de la méthodologie de validation relative à l'évolution et des contenus conceptuels de l'évolution du vivant.

- **Réflexion sur la nature de l'argumentation**

Le discours distancié concerne la nature de l'argumentation évoquée pour justifier la diversité du vivant dans les textes étudiés (Annexe 4-3).

Extrait du transcript Sgc/su 1-2, U21-U30

L'enseignant incite les élèves à retrouver les arguments avancés par Ikhwan Essafaa pour expliquer la diversité du vivant. L'objectif de cette incitation est une distanciation par rapport à la nature des arguments utilisés par ce groupe de penseurs arabo-musulmans.

25. *Ens : Mais, **Comment argumentent-ils** ? Quels sont leurs **arguments** ? Alors*

Chaima ?

26. *Chaima : Ils ont dit **الحكمة الإلهية** (**la sagesse divine**).*

27. *Ens : Donc, **comment argumentent-ils** ?*

28. *Plusieurs voix : Ils avancent des arguments religieux.*

Extrait du transcript Sgc/su 1-2, U62-U69

L'incitation à la distanciation par rapport aux arguments avancés par Ibn Khaldoun pour expliquer la diversité du vivant mène vers une contestation de la part de l'élève Manel. Elle exprime publiquement son opinion sur le manque de scientificité dans une telle argumentation.

62. Manel : *Mais, madame !!! Le texte d'Ibn Khaldoun s'est basé uniquement sur l'observation mais, après, il n'y a plus rien de scientifique !!!*

Cette contestation encourage également l'élève Abdou à exprimer publiquement son opinion. Par un « oui » approuvateur accompagné d'une justification. A son avis le seul fait de parler de « *créatures* » exclu toute scientificité car parler de « *créatures* » cela sous-entend évoquer l'action divine.

63. Abdou : *Oui il parle de المخلوقات (créatures) il pense qu'elles (les espèces) sont créées.*

Sans manifester d'approbation aux affirmations des élèves Manel et Abdou, l'enseignant relance la réflexion en renvoyant la question aux autres élèves.

66. Ens : *Est-ce qu'il y a une **argumentation** ?*

67. *Plusieurs voix* : *Non.*

Il pousse plus loin la réflexion en demandant aux élèves une justification de leur affirmation négative.

68. Ens : ***Pourquoi** ?*

▪ **Réflexion sur les méthodologies en sciences**

La distanciation relative à la méthodologie en science est menée par rapport à la démarche hypothético-déductive (qui constitue un choix pédagogique).

Extrait du transcript Sgc/su 1-2, U244-U267

La réflexion entreprise mène les élèves à retrouver les différentes étapes d'une démarche scientifique (hypothético-déductive). L'objectif en est de retrouver que l'une de ces étapes consiste à valider l'hypothèse émise.

250. Ens : *Donc, ici, on a une argumentation (ft). **Mais, avant l'argumentation qu'est ce qu'il y a eu ?***

251. *Imen et Abdou* : *Il y a un questionnement.*

252. Ens : *Oui et ce **questionnement** (ft), **il a donné naissance à quoi ?***

253. *Dorsaf* : *Une idée*

254. Ens : ***Quelle est cette idée** ici (en montrant le tableau) ?*

255. *Najla* : *La transformation.*

256. Ens : *Donc, c'est la transformation des espèces, et que les espèces sont non immuables (ft). Donc, **Qu'est ce qu'elle constitue, en fait ?***

257. *Nouha* : *Une hypothèse.*

258. *Ens : Donc, l'hypothèse retrouvée est que les espèces sont non immuables (ft). Une fois l'hypothèse posée, qu'est ce qui devrait suivre ?*

259. *Asma : Justifier cette hypothèse.*

260. *Manel : Argumenter cette hypothèse.*

261. *Abdou : Oui l'argumenter.*

262. *Ens : Donc, il faut justifier cette hypothèse ou encore la valider (ft).*

On va se poser cette question : Comment valide-t-on en général ?

263. *Inès : Par des arguments.*

264. *Kheiri : Par l'expérience.*

265. *Ens : Ce sont les arguments (ft) qu'on va avancer Kheireddine (kheiri) me dit qu'on valide par l'expérience (ft).*

266. *Kheiri : On ne peut tirer des arguments qu'à partir de l'expérience. On ne peut pas trouver des arguments sans expérience. On fait l'expérience puis on tire les arguments.*

Une fois les différentes étapes retrouvées, l'enseignant pousse encore plus loin la réflexion, sur la nature de la validation dans le cas de l'histoire du vivant.

267. *Ens : La question qui se pose : Est-ce que lorsqu'il s'agit de l'histoire du vivant, de cette hypothèse qui nous avons émis : que les espèces sont non immuables est ce que dans ce cas là, la validation qu'on utilise c'est l'expérience ?*

▪ **Réflexion sur la nature de l'argumentation de Darwin**

Pour retrouver les caractéristiques de la démarche de validation de l'enquête utilisée en évolution du vivant, la réflexion est menée sur la nature des arguments avancés par Darwin pour justifier d'une descendance avec modification. L'un des objectifs de cette réflexion est la déstabilisation de la conception « physicaliste » de la biologie. Autrement dit, tout phénomène biologique est, obligatoirement, expliqué et argumenté par l'intermédiaire de la démarche expérimentale.

Extrait du transcript Sgc/su 1-3, U1-35

1. *Ens : Alors pour la question 1 quelles sont les types d'arguments qu'a utilisé Darwin ?*

2. *Kheiri : Des arguments de la réalité. La validation est de nature matérielle.*

3. *Ens : **Quelle est cette validation ?** Oui, Manel.*

4. *Manel : Les fossiles*

5. *Najla : Les fossiles et les êtres vivants actuels. Il fait une comparaison entre les fossiles et les êtres vivants actuels.*

La distanciation a pour objectif de retrouver les particularités des processus de l'histoire du vivant, vue dans son ensemble, qui empêchent une argumentation par la démarche expérimentale.

7. *Ens : D'habitude, lorsque vous faites de la biologie fonctionnaliste. L'étude de la respiration, de la digestion etc. quel type de validation vous utilisez ?*

8. *Enb du gr : Les expériences*

9. *Ens : Maintenant vous allez me dire **pourquoi** ... ?*

10. *Najla : Mais il a fait une observation avant !*

11. *Ens : Justement vous allez me **dire pourquoi il n'a pas utilisé la même démarche ?** Autrement dit la démarche expérimentale.*

En poussant à la réflexion, une première attitude se manifeste : celle de l'élève Chaïma qui maintient l'idée d'une validation par « l'expérience ».

12. *Chaima : Nous avons remarqué que Darwin dans ce texte a dit « Je me suis vraiment ... depuis » cela veut dire que c'était seulement une idée, à cette époque là. Il n'avait pas encore commencé à faire des expériences.*

13. *Ens : **Donc tu penses qu'il a fait des expériences***

14. *Chaima : Après.*

15. *Ens : **Pourquoi, il avait besoin de faire des expériences ?***

En demandant des justifications, une autre attitude se manifeste. C'est celle des élèves Sawsen et Nouha qui pensent que la démarche expérimentale ne peut s'appliquer à l'histoire du vivant à cause du facteur temps qui en empêche la reproductibilité.

18. *Sawsen : Il est très difficile de faire des expériences pour appuyer ce point de vue car pour montrer les transformations qui surviennent le long des générations d'une espèce, il faut beaucoup de temps et Darwin n'avait pas la possibilité de vivre tout ce temps là pour poursuivre et compléter son étude.*

19. *Nouha : La nature même du sujet ne permet pas de faire des expériences.*

L'enseignant pousse encore plus la réflexion en demandant une justification et une argumentation plus amplifiées.

20. *Ens : **Comment tu justifies ? Comment tu argumentes ?***

21. *Sawsen : Les changements se font par accumulation de petits changements. C'est-à-dire du point de vue temps, ça prend beaucoup de temps. C'est pour cela, qu'il ne pouvait pas suivre les transformations. Comme l'exemple de la girafe qui a toujours*

tenter d'arriver aux arbres. Le changement n'a eu lieu qu'après plusieurs générations.

▪ **Réflexion sur la démarche de l'enquête**

La comparaison entre la nature de la validation de la démarche expérimentale et celle de l'enquête a pour objectif de retrouver que le propre d'une validation d'hypothèse par l'expérience est la reproductibilité au laboratoire tandis que celle de l'enquête est la non reproductibilité des phénomènes tels ceux de l'évolution dans sa globalité est la recherche d'indices.

Extrait du transcript Sgc/su 1-3, U36-106

La réflexion porte sur la cause probable de la non reproductibilité des processus évolutifs.

58. *Ens : Donc, c'est un **phénomène non reproductible** (ft) ce que Sawsen, Dorsaf, Abir et Manel voulaient nous expliquer tout à l'heure ? **Qu'est-ce que vous vouliez nous dire tout à l'heure ?***

59. *Dorsaf : Oui. Les expériences ne sont pas possibles. On ne peut pas refaire ça au laboratoire.*

L'enseignant demande des justifications.

60. *Ens : Oui, Pourquoi ? A cause de quoi ?*

61. *Sawsen : A cause du temps.*

62. *Ens : Justement, à cause du facteur temps. Ce qui nous parait clair maintenant est : qu'il n'est pas possible de revenir dans l'histoire ? De revenir en arrière.*

63. *Enb du gr : Oui.*

La réflexion est poussée jusqu'à retrouver que dans ce cas la recherche et la récolte d'indices remplacent l'expérience du laboratoire.

64. *Ens : Alors dans ce cas là qu'est-ce que l'on fait pour justifier l'hypothèse d'une non immuabilité des espèces ?*

65. *Soumaya : Des études.*

66. *Dorsaf : On fait des études des fossiles.*

67. *Ens : Autrement dit, au lieu de reproduire le phénomène, qu'est ce qu'on fait ?*

...

72. *Ens ; Donc on fait des observations (ft). En quoi consistent ces observations ?*

73. *Imen : A faire des comparaisons.*

74. *Sawsen : On met en évidence les différences entre deux individus, le fossile et l'actuel,*

par exemple.

75. *Ens : Oui mais pourquoi ?*

76. *Nouha : On veut connaître l'histoire des animaux.*

77. *Ens : Oui. Mais, on avait dit que le phénomène est non reproductible. Qu'est ce qu'on fait pour le valider ? On observe, on compare.*

Les élèves peinent à retrouver comment caractériser la démarche de validation en question. L'enseignant continue à questionner les réponses des élèves.

79. *Ens : Autrement dit, est ce que nous touchons le phénomène en lui-même ?*

80. *Ensemble du gr : Non*

81. *Ens : Qu'est ce qu'on cherche ? Ces observations, ces comparaisons. Qu'est ce qu'elles vont constituer en fait ?*

82. *Sawsen : Des résultats.*

83. *Abdou : Des explications.*

84. *Ens : Donc des résultats, des explications que nous allons appeler comment ? Qu'est ce qu'elles vont constituer ?*

85. *Abdou : Des arguments.*

86. *Ens : Oui. Par quel moyen sommes nous arrivés à ces arguments ?*

Finalement l'élève Abdou arrive à mettre une appellation sur la démarche en question.

87. *Abdou : Nous avons enquêté.*

88. *Ens : Bien ! en fait on va **enquêter** et donc ces observations et ces comparaisons vont constituer quoi ?*

- **Réflexion sur la validité scientifique de la démarche de l'enquête appliquée à l'évolution des vivants**

Pour s'assurer d'une déstabilisation de la conception physicaliste de la biologie l'enseignant entretient une réflexion sur la validité scientifique de la démarche de l'enquête.

Extrait du transcript Sgc/su 1-3, U107-U122

107. *Ens : Donc, on **valide** par **une démarche d'enquête** (ft). Bien.*

*Maintenant, qu'est ce que vous pensez ? **Est-ce que nous pouvons dire que c'est une démarche scientifique valide ?***

Un silence

La première attitude des élèves est négative. La conception physicaliste est persistante.

108. *Quelques voix : Non.*

109. *Soumaya : Non*

L'enseignant questionne l'attitude négative des élèves.

110. *Ens : Pourquoi vous dites non ?*

La conception physicaliste émerge à nouveau chez Kheiri.

111. *Kheiri : Parce que l'enquête peut réussir comme elle peut ne pas réussir **tandis que l'expérience nous donne des résultats fiables.***

Manel tente de convaincre son camarade Kheiri.

112. *Manel : Non. Darwin, dans ses recherches s'est basé sur **l'étude des fossiles.** Donc ? C'est quelque chose de **concret.** Il n'a pas fait, seulement, des observations dans l'absolu. Il a su **comment, les animaux étaient autrefois, il a bien observé les fossiles et il en a même fait des schémas.** Donc, **l'enquête c'est du travail précis et concret.** Tandis que Ibn Khaldoun, il a avancé des idées dans l'absolu, des observations dans l'absolu. Il n'a pas donné quelque chose de concret. Il n'a même pas parlé des fossiles !!!*

L'enseignant prend la relève pour continuer la réflexion sur la validité scientifique de la démarche de l'enquête.

113. *Ens : **Es-tu convaincu Kheireddine (Kheiri) ?***

114. *Abdou : L'enquête, c'est un **autre moyen qui est différent de l'expérience.** Mais, un moyen **sûr.***

▪ **Réflexion sur le contenu conceptuel de l'évolution du vivant**

Le discours distancié concerne également le savoir conceptuel de l'évolution. L'obstacle sous-jacent à la conception « adaptationniste » est la « volonté adaptative » qui peut exister chez les vivants (animaux). Les vivants ont une volonté interne à changer en fonction des changements du milieu pour assurer leur survie dans les nouvelles conditions du milieu.

Extrait du transcript Sgc/su 2-3, U1-U29

L'enseignant tente une réflexion relative à la conception « adaptationniste » des élèves. C'est une confrontation des élèves à leur conception « adaptationniste » par comparaison avec les résultats d'une recherche (Cf. Annexe 4-3, Fiche 6) :

1. *Ens : Maintenant, discutons le résultat de la recherche par rapport au raisonnement que vous m'avez donné. Quel est le résultat de la recherche ?*

2. *Sabrina : Le changement s'est fait avant le passage du milieu aquatique au milieu*

terrestre.

3. Nouha : *Le changement ne s'est pas fait sous l'influence des conditions du milieu.*

et avec les idées de Lamarck (Fiche 2).

4. Ens : *Nous pouvons revenir maintenant à l'idée de Lamarck, que disait Lamarck*

9. Ens : *Doucement, on parle toujours d'un caractère. Mettez vous dans le raisonnement de Lamarck. Lamarck qu'est ce qu'il a dit ? La girafe n'a pas trouvé quoi manger en bas, qu'est ce qu'elle a fait ?*

10. Abir : *Elle a allongé son cou.*

11. Abdou : *Elle a poussé sur ses pattes et elle a allongé son cou.*

L'enseignant incite à un raisonnement sur la possibilité d'un tel changement en prenant en compte les connaissances actuelles des élèves en biologie.

12. Ens : *Elle a allongé son cou ! Est-ce que cela est possible ?*

13. Abdou : *non pas possible*

14. Zeineb : *Oui, c'est normal.*

15. Manel : *Oui, ça doit être comme ça, c'est normal*

La persistance de la conception « adaptationniste » pousse l'enseignant à continuer la réflexion sur les origines éventuelles des transformations au sein de l'espèce.

16. Ens : *Qu'est ce qui est normal ? Est-ce que toi, si tu n'arrives pas à atteindre quelque chose au dessus de l'armoire, est ce que tu donnes l'ordre de t'allonger ? Pour la girafe, Lamarck pense que la girafe s'est donnée un ordre pour changer est-ce que c'est possible ?*

17. Plusieurs voix : **Non**

18. Manel : **Oui.**

19. Ens : **Comment cela peut-il être possible ? Si jamais il y a changement, les changements ont lieu où ?**

20. Imen et Asma : **Au niveau de l'information génétique.**

21. Ens : *Oui. Au niveau de l'information génétique. De quelle manière ?*

22. Rahma, Sawsen, Nouha : **Par des mutations.**

23. Ens : *Et les mutations sont comment ?*

24. Nouha, Sawsen, Rahma : **Sont héréditaires.**

25. Dorsaf : **Accidentelles**

26. *Ens : Héritaires, accidentelles, c'est vous qui m'avez dit cela tout à l'heure (index vers le tableau). Comment maintenant peux tu dire que le matériel génétique est sous l'influence de la volonté de quelqu'un ? Cela veut dire que, si quelqu'un veut changer, il change !*

27. *Manel : Ce n'est pas vraiment un changement, ce n'était pas un être et c'est devenu un autre. Elle a allongé son cou, c'est tout. C'est comme le joueur de Basket à force de jouer, sa taille augmente.*

La conception « adaptionniste » émerge de nouveau chez l'élève Manel. L'enseignant entreprend une autre tentative de réflexion sur l'hérédité des caractères acquis.

28. *Ens : Là, c'est autre chose. Là, c'est la plasticité des os. Est-ce que, tu penses que ce caractère acquis chez le basketteur va passer aux descendants ? Abdessalem répond lui.*

29. *Abdou : En raisonnant, comme elle dit, il serait possible que tout caniche devienne humain !!!*

- **Occurrence des énoncés incitatifs à la réflexion épistémologique**

La détermination des occurrences des énoncés incitatifs à la réflexion épistémologiques, par rapport à l'ensemble des autres catégories d'énoncés, permet d'apprécier l'intensité de l'aide de l'enseignant à la réflexion épistémologique.

La figure 21 donne les occurrences des énoncés de l'enseignant en fonction de leurs catégories (Annexe 9-1), groupées par séquences d'enseignements (Annexe 9-2).

Ces énoncés paraissent majoritaires lors des première et troisième séquences, ce qui semble en faveur d'une intention manifeste à favoriser la réflexion épistémologique chez les élèves.

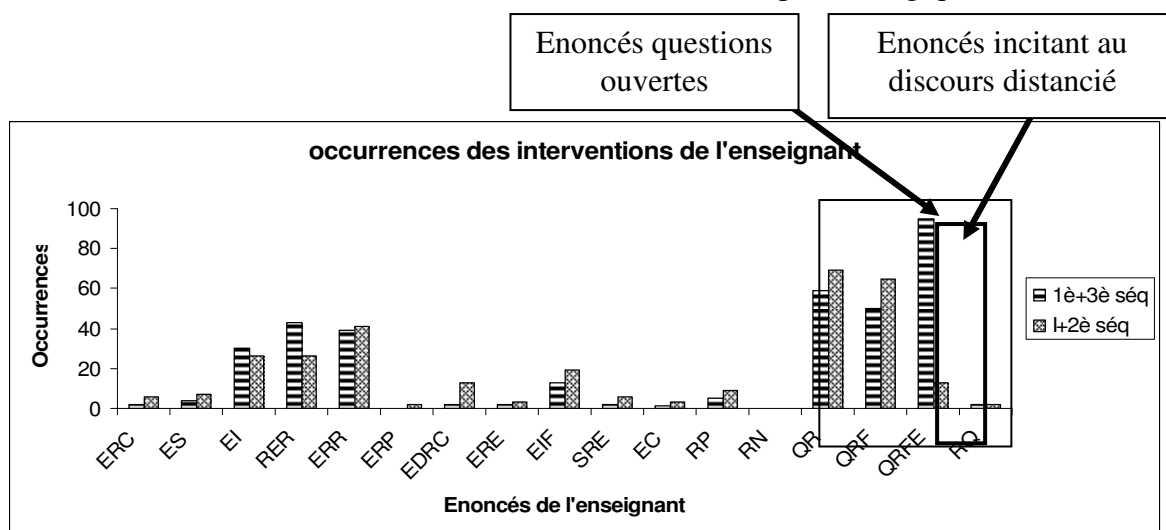


Figure 21. Occurrences des énoncés de l'enseignant

3. CONCLUSION : UNE DISPOSITION À LA RÉFLEXION ÉPISTÉMOLOGIQUE CHEZ LES ÉLÈVES

Les interactions langagières verbales dans les groupes sont révélatrices de distanciation dans le discours des élèves. Ces derniers manifestent un premier niveau de distanciation. C'est un discours réflexif et critique par rapport aux données des documents à étudier, des idées des auteurs, des scientifiques, etc. Les interactions langagières verbales ont aussi permis un deuxième niveau de distanciation plus élevé que le premier. Les élèves tiennent un discours réflexif et autocritique. Ils remettent en question leurs propres idées et leurs opinions et connaissances.

En séquence d'apprentissage dans l'ensemble du sous-groupe classe les élèves arrivent à tenir un discours public plus distancié. La sensibilisation à la réflexion épistémologique entretenue par les interventions de l'enseignant semble montrer une disposition manifeste des élèves à la réflexion épistémologique.

Interventions des élèves Séquence introductive	Thème discuté	Analyse par mots et expressions-pivots	Explication de la diversité du vivant	Référentiels argumentatifs
Sgc/sui Episodes 1-2 ; 1-3 U10-U33	Expliquer la diversité du vivant ?	Création Dieu a créé les espèces avec deux individus à l'origine un mâle et une femelle Evolution ; Adaptation au milieu ; Transformations Mutations ; Hasard Changement accidentel ; Mutations chromosomiques ; Mutations géniques	Création <u>puis</u> diversification due à des facteurs internes au vivant : mutations géniques, chromosomiques brusques, accidentelles et/ou à l'adaptation du milieu ou à l'évolution	<i>Un référentiel non scientifique</i> <u>et</u> <i>un référentiel « scientifique »</i>

Figure 22. Diagnostic des conceptions et caractérisation des référentiels argumentatifs relatif à l'explication de la diversité du vivant (Sgc/su-i, épisodes 1-2,1-3)

V. ÉVALUATION DU TRAITEMENT D'OBSTACLES

1. CONCEPTIONS ET OBSTACLES DIAGNOSTIQUÉS

Le diagnostic des conceptions et obstacles à l'explication de la diversité du vivant constitue l'enjeu didactique de la séquence introductive. Il s'agit de faire exprimer aux élèves leurs conceptions relatives à l'explication de la diversité du vivant afin de repérer l'éventuel obstacle sous-jacent.

L'hypothèse de départ prévoyait trois types de conceptions : une conception évolutionniste en harmonie avec les savoirs scientifique de l'évolution, une conception fixiste créationniste et une conception « composite ».

1.1. Une conception « composite » dominante

L'analyse microscopique par mots et expressions pivots des épisodes 1-2 et 1-3 du transcript Sgc/sui (Annexe 6-2), en référence à la grille d'analyse de la figure 22, à laquelle nous avons additionné un repérage de connecteurs, a permis de repérer une seule conception chez l'ensemble des élèves du sous-groupe classe.

Les élèves expliquent la diversité du vivant par l'intervention d'une action divine mais, également, par « l'évolution », l'adaptation, les transformations, les mutations chromosomiques etc qui affectent les espèces. Ils argumentent, *en même temps et sans distinction ni limites*, par leurs connaissances religieuses et leurs connaissances « scientifiques »⁴⁴ (peu maîtrisées) de la classe de biologie (Figure 22).

Ainsi, leur explication de la diversité du vivant parait un amalgame de connaissances théologiques et « scientifiques ».

Nous appelons cette conception relative à l'explication de la diversité du vivant, une conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant (Figure 23).

La caractérisation de l'énonciation et le repérage de connecteurs grammaticaux nous enseignent, un peu plus, sur l'engagement des élèves et leurs référentiels argumentatifs relatifs à la diversité du vivant.

⁴⁴ Nous mettons des guillemets à l'adjectif scientifique car les élèves utilisent des connaissances peu maîtrisées acquises antérieurement en classe de biologie

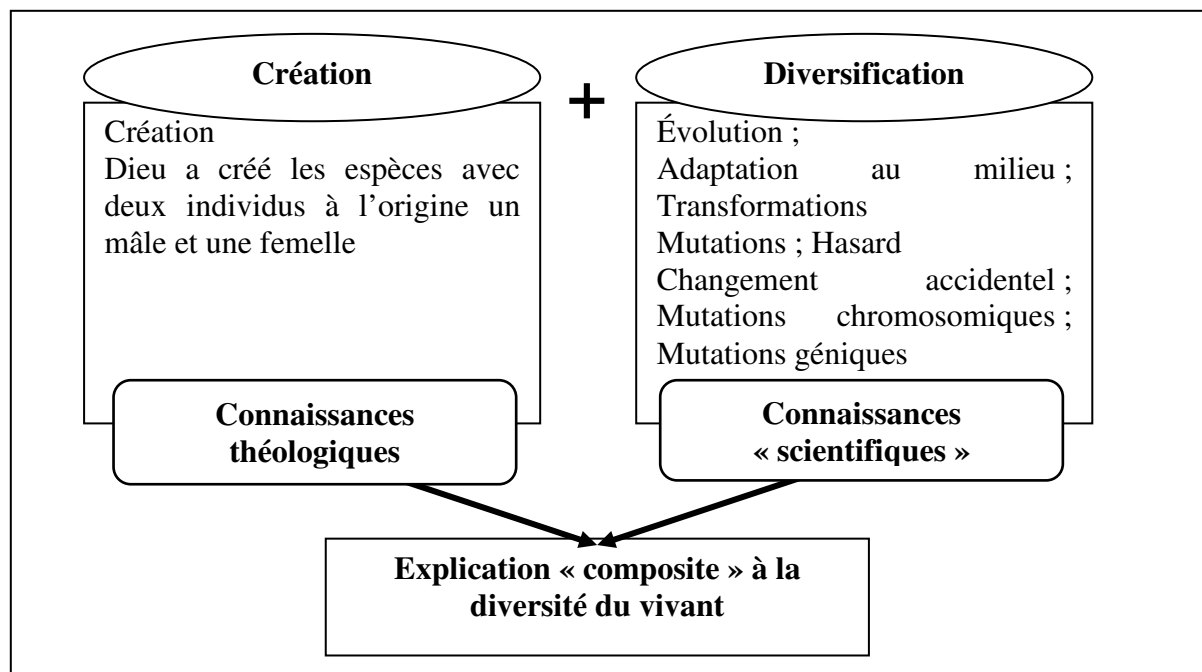


Figure 23. Conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant

Extraits de Sgc/sui, Episodes 1-2

12. Manel : **Moi je pense** que Dieu a **créé** les êtres **deux deux** ensuite ils se sont **transformés** comme je l'ai dit l'autre jour (Pré-test).

13. Enb du gr : **Oui**.

L'implication énonciative émise par Manel en U12, « **Moi je pense** » a entraîné l'engagement de l'ensemble de ses camarades dans la même explication de la diversité du vivant. Il est manifesté par un « *oui* » approbateur unanime en U13.

Cet engagement est appuyé par l'élève Nouha par un « *oui* » approbateur en U14, mais également, par le fait d'attribuer cette explication « composite » à ce qu'elle appelle « *la théorie de l'évolution* ».

14. Nouha : **Oui** Il y a **d'abord** une création **ensuite** une diversification **comme** le dit **la théorie de l'évolution**.

La diversité du monde vivant s'explique d'abord par la création d'un mâle et d'une femelle de la même espèce ensuite il se produit des transformations qui donnent une diversification. Elle finit en argumentant son affirmation « **comme** le dit la théorie de l'évolution » Ce qui signifie que, selon elle, le tout relève d'une même explication, celle de « *la théorie de l'évolution* » (Figure 24).

Aussi, « l'évolution » apparaît comme la résultante d'une diversification argumentée par l'adaptation au milieu, des transformations, des mutations, le hasard, un changement accidentel et des mutations chromosomiques (Ici, au début du dispositif d'enseignement, les élèves utilisent un langage scientifique peu maîtrisé de la classe de biologie).

Extrait de Sgc/sui, Episodes 1-3

20. *Ens* : *Comment expliquez-vous cette évolution ?*
21. *Abdou* : Une **adaptation** au milieu.
22. *Rahma* : Il y a un **changement**.
23. *Sabrina* : Des **mutations**
24. *Ens* : *Qu'est ce vous entendez par mutations ?*
25. *Imen* : **Changement** au niveau de **l'information génétique**.
26. *Ens* : *Comment se fait ce changement ?*
27. *Sawsen* : Au **hasard**.
28. *Asma* : **Brusque**.
29. *Rahma* : **Accidentel**.
30. *Ens* : *Sous quelles formes se font ces changements accidentels ?*
31. *Plusieurs voix* : **Géniques**
32. *Kheiri* : **Chromosomiques**.

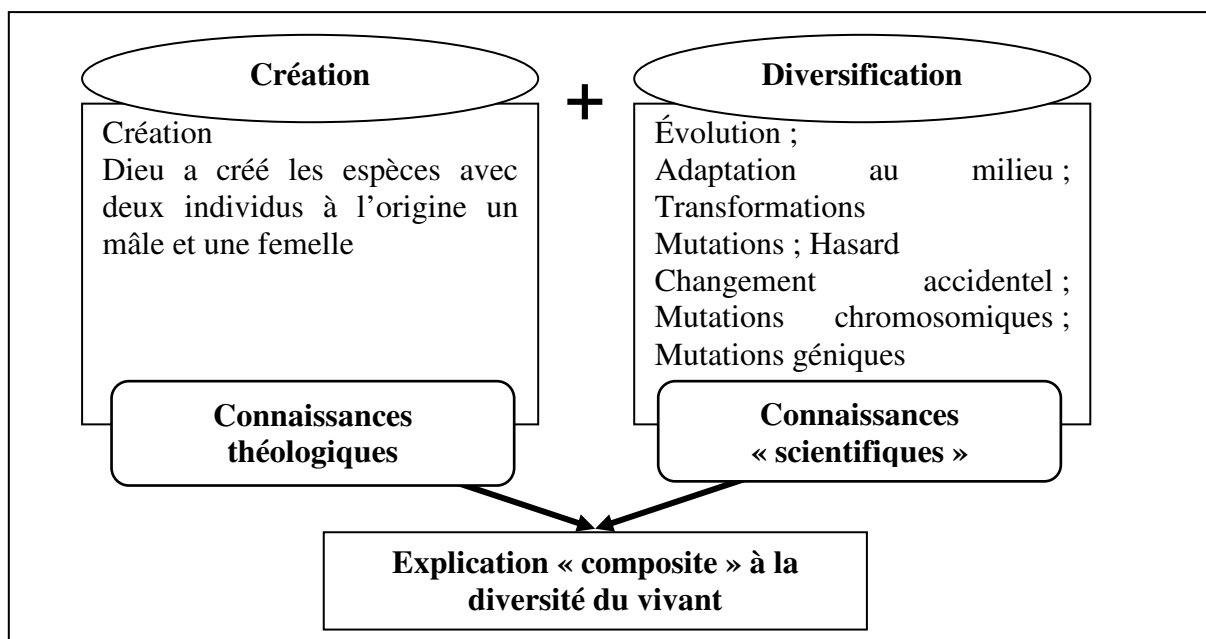


Figure 24. Conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant

1.2. Manifestation ponctuelle d'une conception fixiste créationniste

L'homogénéité constatée dans le sous-groupe classe en terme de conception « composite » cache, en réalité, une hétérogénéité analysée dans l'étude du cas de l'élève Imen.

L'analyse des interactions verbales du groupe GIe à la sous-unité 1-1 (Pg/su 1-1), suivant à la séquence introductive (Sg/ui), révèle qu'à l'inverse de ce que nous avons repéré chez elle, aussi bien au pré-test qu'à la séquence introductive, sa conception semble être plutôt une conception « fixiste créationniste » qu'une conception « composite ».

Extrait de Pg/su 1-1, GIe : épisode 1-1, U2

*U2.Imen : **Je pense** que tous les êtres vivants ont une même origine unique : **C'est Dieu qui les a créés***

L'implication énonciative « **Je pense** » repérée en U2, révèle l'engagement de Imen, envers l'explication fixiste créationniste. Elle a, également, utilisé une argumentation d'autorité théologique et parfois une argumentation sans fondements. Elle a inventé des arguments afin de les adapter à sa conception et à son désir d'engagement.

Extrait de Pg/su 1-1, GIe : épisode 1-2, U14-U29

*14. Imen : **Peut-être** que cette origine unique est le **Dieu**. Il (Darwin) **ne veut pas réellement** dire qu'à l'origine il n'y avait qu'un seul être vivant.*

*15. Asma : **Mais non!!!** Il parle **réellement** d'une origine unique*

*16. Imen : Cette origine unique **c'est possible** que ce soit **Dieu qui l'ait créée**.*

*17. Asma : Le deuxième texte dit que Dieu a créé un mâle et une femelle **c'est-à-dire** deux individus d'une même espèce. **Mais** l'autre (le premier) parle d'une même origine pour toutes les espèces dès le début.*

*18. Imen : **C'est une création**.*

...

*25. Imen : **Mais** il a dit «des ancêtres communs » **au pluriel** et non au singulier.*

...

*29. Imen : Le deuxième texte dit parle d'un mâle et d'une femelle ...**et** son explication est **plus précise** que le premier texte. Il n'a pas dit qu'un homme a créé un homme qui est devenu un animal par exemple. Comment était cette origine commune ?*

Aussi, Imen ne reconnaît ni une valeur ni une importance à l'explication évolutionniste :

Extrait de Pg/su 1-1, GIe : épisode 1-1, U4

4-Imen : Est argumentée par Darwin qui dit que cette évolution est due à une accumulation de différences par rapport à l'ancêtre commun la relation de parenté explique la hiérarchie des ressemblances c'est tout.

Le « *c'est tout* » de cette assertion exprime une évaluation dévalorisante. Selon elle, l'explication donnée par Darwin est insuffisante pour constituer une explication à part entière qui concurrence l'explication fixiste qu'elle adopte.

Les indices de subjectivité repérés montrent que la conception de l'élève Imen est « fixiste créationniste » et que son référentiel argumentatif est théologique.

1.3. Référentiels argumentatifs des élèves relatif à la diversité du vivant

Le repérage d'une conception « composite » relative à l'explication de la diversité du vivant chez les élèves a permis de caractériser leurs référentiels argumentatifs, en référence à la grille d'analyse de la figure 19⁴⁵. Les résultats d'analyse par mots et expression-pivots (Figure 22) montrent qu'en argumentant l'explication de la diversité du vivant, les élèves du sous-groupe classe utilisent un seul référentiel argumentatif qui est un amalgame de deux référentiels argumentatifs : le référentiel théologique et le référentiel « scientifique » (Figure 25).

Ceci traduit une équivalence argumentative, entre référentiels « scientifique » et référentiel théologique.

1.4. Un obstacle général : « amalgame des référentiels argumentatifs », un obstacle sous-jacent : conception « composite »

Nous constatons une équivalence argumentative entre deux référentiels argumentatifs relevant de deux domaines de compétence différents, à savoir le domaine théologique et celui de la science. Les élèves font un amalgame des deux référentiels pour argumenter la diversité du vivant.

C'est dans l'influence du milieu socio-culturel que nous trouvons une explication à la conception « composite » des élèves relative à la diversité du vivant.

⁴⁵ Une grille similaire est utilisée également pour l'analyse des données empiriques du pré-test en pré-enseignement (cf. chp D. II).

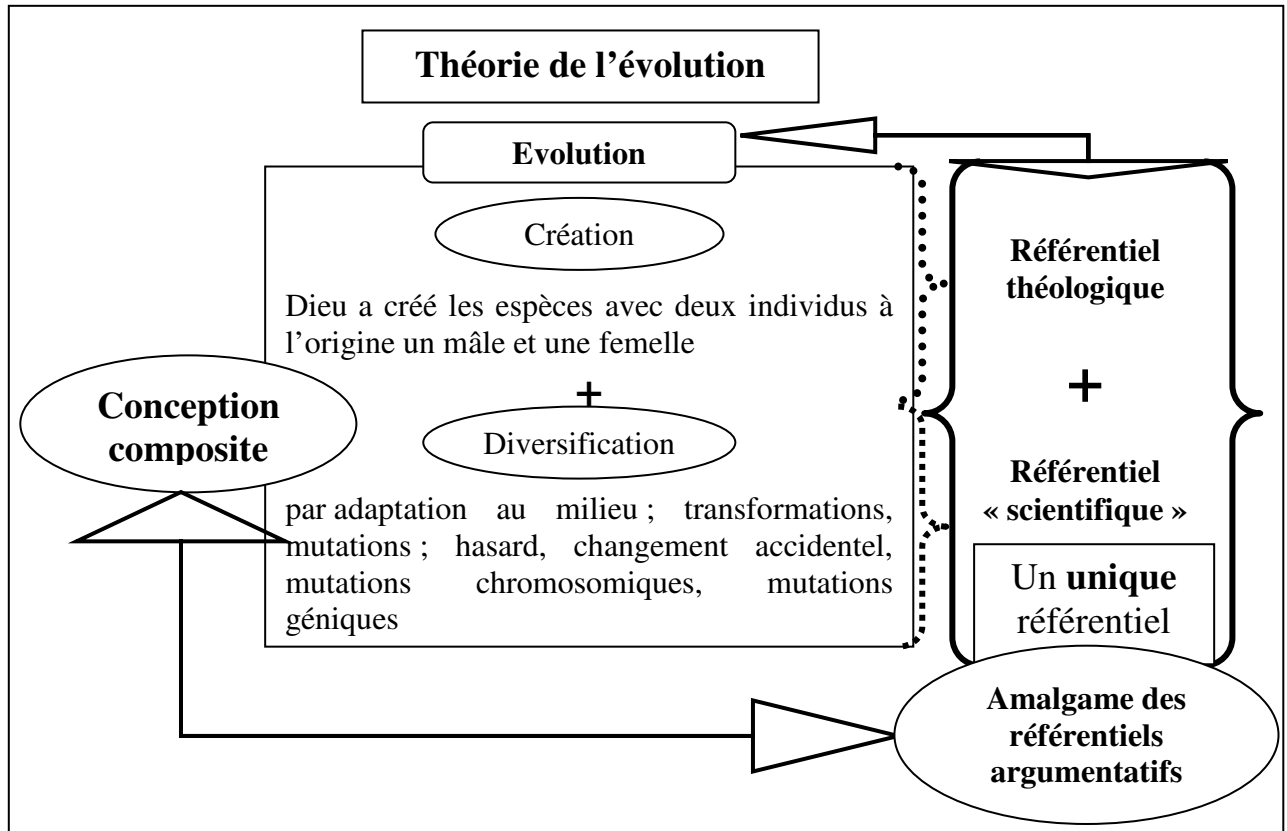


Figure 25. Conception et référentiels argumentatifs des élèves relatifs à la diversité du vivant diagnostiqués au début du dispositif d'enseignement (Sg/sui)

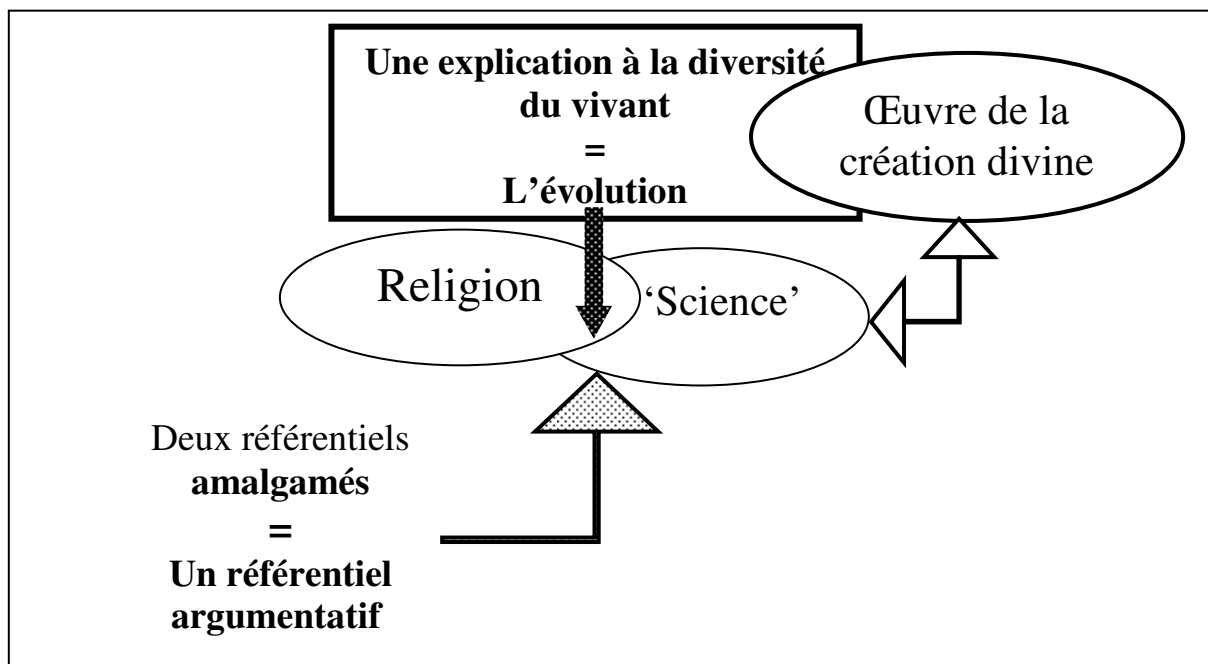


Figure 26. « Amalgame des référentiels argumentatifs »

Cette conception paraîtrait en conséquence d'un contexte social concordiste. Le concordisme considère un terrain d'entente, d'équivalence et de complémentarité entre la science, en général, et la religion. Le concordisme est particulièrement présent dans le milieu musulman (Cf. Première partie. Chapitre II.). Dans ce sens, la conception « composite » des élèves relative à la diversité du vivant serait en conséquence d'une conception concordiste de la science et de la religion (Figure 26).

Aussi, cette conception « composite » relative à la diversité du vivant ne serait-elle qu'un obstacle sous-jacent à l'obstacle général « amalgame des référentiels argumentatifs » relevant d'une conception concordiste entre religion et science.

Elle constitue une conception obstacle à l'explication de la diversité du vivant et à la théorie de l'évolution en tant que savoir scientifique. Elle l'est d'autant plus que dans la société arabo-musulmane, partant d'une conception concordiste entre religion et science, les prémisses de la théorie de l'évolution sont fortement revendiquées. (Cf. Première partie. Chapitre II.2.).

Penser et argumenter l'explication de la diversité du vivant dans un mélange de référentiels argumentatifs scientifique et non-scientifique (dans le cas présent le référentiel théologique) constitue un obstacle à l'appropriation de l'évolution des vivants comme savoir scientifique.

Nous appelons cet obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » ou « équivalence argumentative entre référentiels »

Conclusion

Quoique la phase de diagnostic des conceptions ait été influencée par le dispositif de recherche, suite à un recueil de données en pré-enseignement⁴⁶, l'analyse de contenu des interactions verbales enseignant-élèves de la séquence introductive (Sgc/sui) confirme la présence d'une conception « composite » et de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » ou « équivalence argumentative entre les référentiels argumentatifs », repérés chez les élèves lors de l'interview semi-directive du pré-test en pré-enseignement (Cf. chapitre D, II.1. ci-dessous)

⁴⁶ Comme l'exprime l'élève Manel à l'extrait du transcript Sgc/sui, épisode 1-2, U10-U14. Elle rappelle à l'enseignante ce qu'elle avait affirmé au pré-test :

12 .Manel : *Moi je pense que Dieu a créé les êtres deux deux ensuite ils se sont transformés. Comme je l'ai dit l'autre jour.*

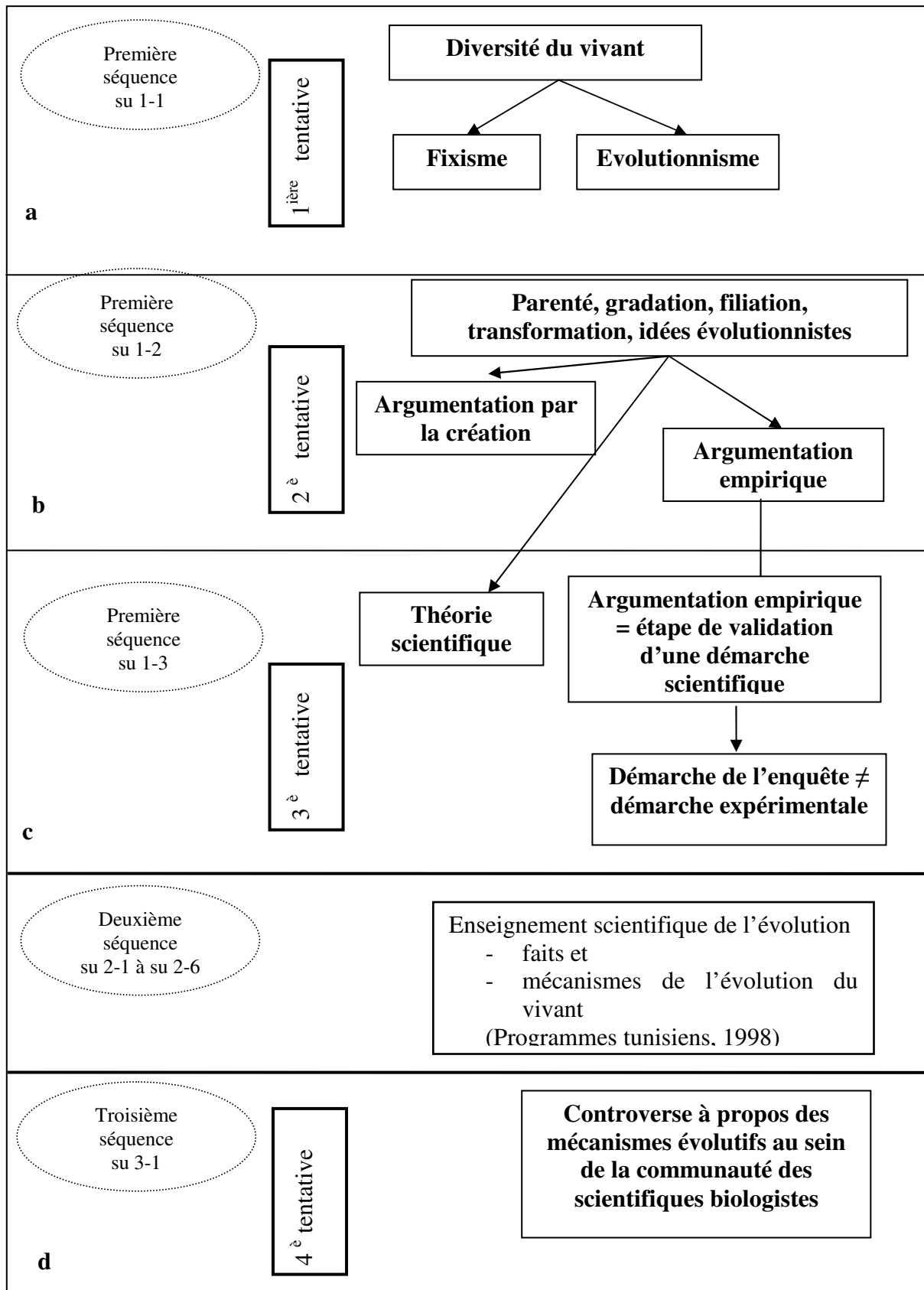


Figure 27. Enchaînement des choix pédagogiques pour la déstabilisation des obstacles

2. DESTABILISATION DES OBSTACLES « AMALGAME DES RÉFÉRENTIELS ARGUMENTATIFS » ET CONCEPTION « COMPOSITE »

Pour déstabiliser les obstacles « amalgame des référentiels argumentatifs » et conception « composite » quatre tentatives sont prévues et maintenues à la mise en œuvre (Figure 27 et Annexe 4).

L'analyse fine des contenus des interactions langagières repose sur un repérage de mots et expressions pivots, auquel nous associons un repérage de connecteurs grammaticaux.

2.1. Quatre tentatives prévues et maintenues

a- Première tentative (Première séquence, Su 1-1)

D'après les analyses fines des interactions verbales dans les groupes d'élèves, les résultats obtenus paraissent hétérogènes. Quatre cas de figures se présentent :

- Cas a 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs
- Cas a 2 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène « l'évolution », deux référentiels argumentatifs
- Cas a 3 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène « l'évolution », référentiel argumentatif non spécifié
- Cas a 4 : Une explication « fixiste créationniste », un référentiel argumentatif amalgamé

• Cas a 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs

Certains élèves, Abdou et Asma (GIe), Med Amine (GIIe), Chaima et Sabrina (GIVe) retrouvent d'après leur lecture des deux textes (Fiche de travail n°1, Annexe 4-3) que les deux textes rapportent deux explications de la diversité du vivant différentes, leur correspondant deux référentiels argumentatifs respectifs différents (Figure 28).

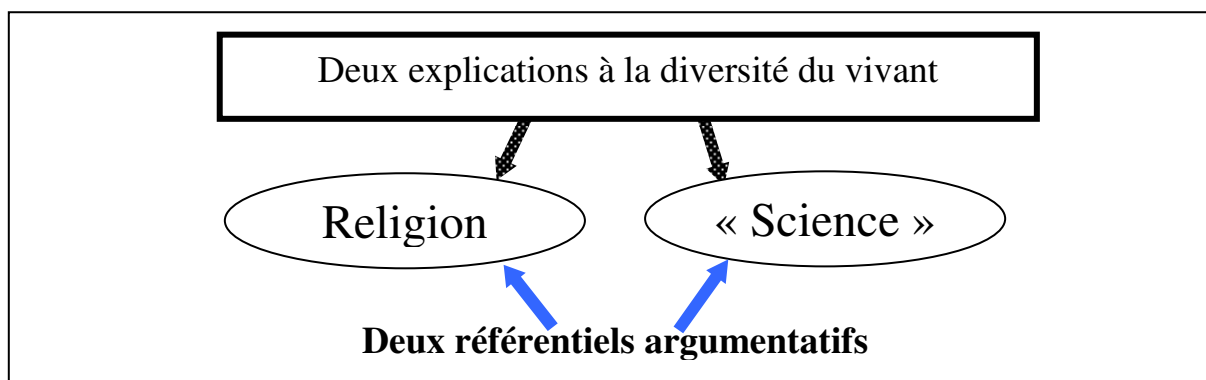


Figure 28. Cas a 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs

Extrait du corpus Pg IVe/su 1-1, épisode 1-2

Sabrina et Chaima ont repéré deux référentiels argumentatifs, un référentiel pour chaque explication. Les connecteurs « mais », « alors que » et la locution prépositionnelle « par opposition » marquent l'opposition. Ceci indiquerait qu'elles ont différencié les deux référentiels argumentatifs.

*11. Sabrina : C'est impossible de dire que ces deux textes puissent constituer des explications qui soient équivalente, car le premier texte a une référence scientifique **alors que** le deuxième texte a une référence religieuse. J'argumente mon idée par : « ... mais il y ajoute l'hypothèse qu'ils possèdent tous des ancêtres communs ayant eux-mêmes une origine unique » **par opposition** le texte 2 a une référence non scientifique. J'argumente mon idée par : « Il est amusant d'entendre les exclamations de surprise des évolutionnistes. Le créationniste n'est pas surpris le moins du monde. » Maintenant à toi Chaima de me dire selon ton opinion, quelles sont les catégories que tu proposes pour les deux textes ?*

*12. Chaima : A mon avis, je dis que les deux textes R1 et R2 sont totalement différents. Je propose donc deux catégories : **une scientifique** qui explique l'idée évolutionniste, **mais l'autre**, elle est religieuse, le texte se base sur « الحكمة الإلهية » (la sagesse divine). Voilà, c'est ce que je pense !!!*

• **Cas a 2 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène l'« évolution », deux référentiels**

Najla, Manel, Inès et Zeineb (GIIe), Rahma, Nouha et Sawsen (GVe) considèrent que les deux explications rapportées par les deux textes (Fiche de travail n°1, Annexe 4-3) ne constituent que deux « variantes » d'une même explication qu'ils nomment « l'évolution ». Chaque variante est différemment argumentée d'une part au niveau du registre religieux et d'autre part au niveau du registre scientifique (Figure 29).

Extrait du corpus PgVe/su 1-1, épisode 1-2

Les interactions verbales négociatrices de cet épisode nous révèlent qu'en fait, les explications caractérisées par les élèves au premier épisode, correspondent à deux variantes explicatives différentes d'un même phénomène qu'elles ont appelé « l'évolution ».

*11. Sawsen : **Même** dans le deuxième texte, on parle **d'évolution**.*

En utilisant le connecteur « même », Sawsen identifie la première explication à la deuxième. Nouha appuie cette même idée.

13. Nouha : Il (Crews) a parlé de **l'évolution** et des mutations limitées.

Et Rahma l'explicite.

19. Rahma : **Mais** le deuxième, il parle d'une **évolution** progressive au cours du temps.

Extrait du corpus PgVe/su 1-1, épisode 1-3

Nouha à la U6, Rahma à la U7 et Sawsen à la U14 ont tenté de caractériser les référentiels argumentatifs des deux variantes explicatives de « l'évolution » : L'un scientifique l'autre religieux.

6. Nouha : C'est pourquoi, on retrouve des différences entre les deux points de vue. Car Darwin affirme que plusieurs et différentes espèces qui se ressemblent entre-elles peuvent descendre d'un ancêtre commun tandis que J.Crews qui est **créationniste** comme l'a dit Rahma (Sawsen), explique la diversité par les mutations mineures et limitées qui engendre un grand nombre de variétés appartenant à la même famille (espèce) que leur ancêtre.

7. Rahma : On remarque que le point de vue du premier texte est **scientifique** alors que celui du 2^e texte est **religieux**.

14. Sawsen : Les différences entre le premier texte et le deuxième est que l'origine, c'est-à-direeuh ...le deuxième est **religieux**, le premier se base sur des choses concrètes, de la réalité les idées du premier texte **se rapprochent assez de la science** et le deuxième euh... les vivants ne peuvent pas se transformer, ils restent tels quels.

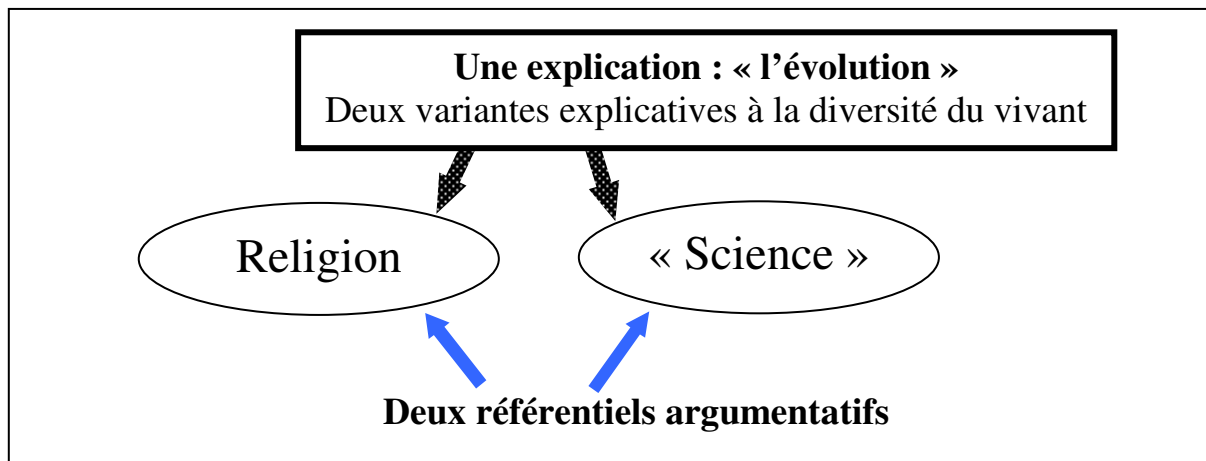


Figure 29. Cas a 2 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène l'« évolution », deux référentiels argumentatifs

Toutefois, au cours de ce troisième épisode, elles ne sont pas parvenues à spécifier où se situent les différences relativement aux référentiels argumentatifs.

- **Cas a 3 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène l'« évolution », référentiel non spécifié**

Dans ce cas, Kheiri, Dorsaf, Soumaya et Abir (GIIIe) considèrent que les deux explications rapportées par les textes (Fiche de travail n°1, Annexe 4-3) ne constituent que deux « variantes » d'une même explication qu'ils nomment 'l'évolution'. Toutefois, ils ne les rapportent à aucun référentiel argumentatif (Figure 30).

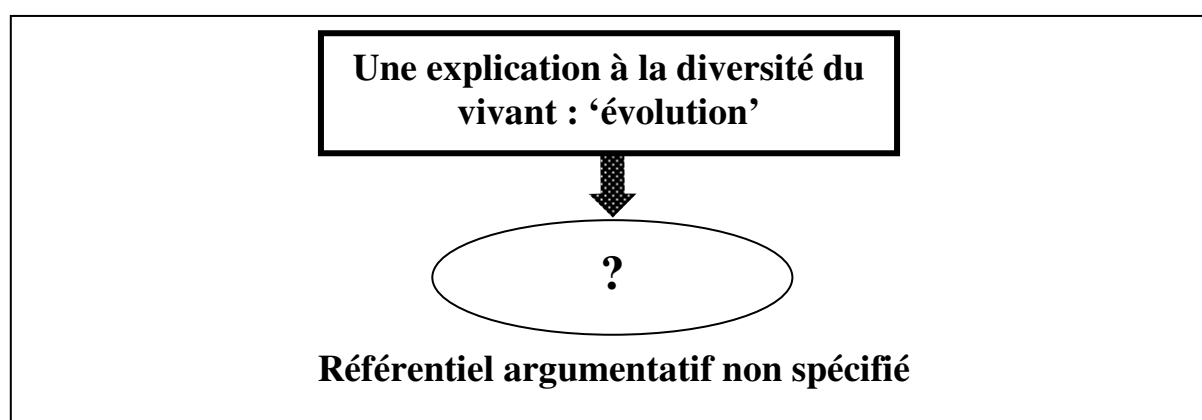


Figure 30. Cas a 3 : Deux variantes explicatives d'un même phénomène l'« évolution », référentiel argumentatif non spécifié

Extrait du corpus PgIIIe/su 1-1, épisode 1-2

Abir explique que les deux explications des textes constituent deux variantes explicatives correspondant à un même phénomène 'l'évolution'.

1-Abir : L'idée directrice des deux textes est l'évolution des êtres vivants au cours du temps. ...

Son affirmation est approuvée par ses camarades.

2-Dorsaf : Les deux textes parlent de l'évolution du vivant au cours du temps, nous sommes d'accord, le premier texte dit que les êtres vivants ont la même origine et ils changent au cours du temps mais ils ont une même origine, OK ?

3-Soumaya : Oui, oui

Dorsaf explique que les deux variantes explicatives ne diffèrent que par rapport au point relatif à l'origine des vivants. Pour l'une l'origine des espèces est commune, c'est l'ancêtre

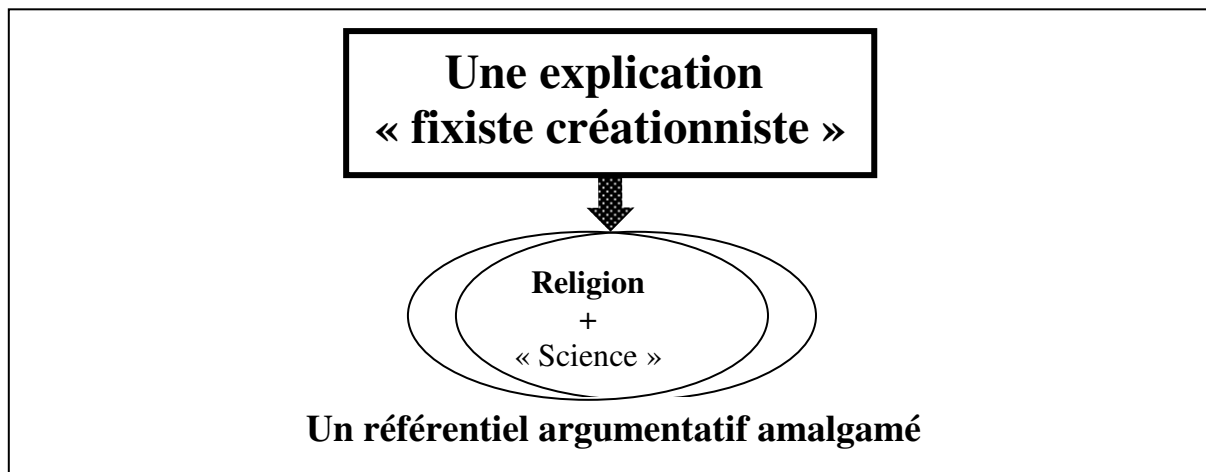
commun : « **le premier texte** dit que les êtres vivants ont la **même origine** et ils changent au cours du temps ». Le « mais » à l’U4 : « **Le deuxième** parle aussi de l’évolution, mais ici chaque espèce avait **une origine propre à elle.** » introduit une opposition qui signifie que pour la deuxième explication les espèces n’ont plus une origine unique mais elles ont des origines séparées.

4-Dorsaf : Le deuxième parle **aussi de l’évolution, mais ici** chaque espèce avait une origine propre à elle.

Les élèves du groupe ne font aucune allusion au(x) référentiel(s) argumentatif(s).

- **Cas a 4 : Une explication « fixiste créationniste », un référentiel amalgamé**

C’est le cas de l’élève Imen qui, partant d’une conception « fixiste créationniste », a tenté d’adapter l’explication darwinienne à son explication fixiste créationniste (Figure 31). Elle mélange référentiel scientifique et théologique.



**Figure 31. Cas a 4 : Une explication fixiste créationniste,
un référentiel argumentatif amalgamé**

Extrait de Pg/su 1-1, GIe : épisode 1-2, U14-U29

16. Imen : Cette **origine unique**, c’est possible que ce soit **Dieu** qui l’ait **créée**.

...

21. Abdou et Asma : Mais, il (Darwin) n’a pas parlé de création !!!

22. Asma : Il dit bien : «... les différences entre espèces descendant d’un ancêtre commun s’accumulent à l’échelle de très nombreuses générations, lentement et progressivement. »

23. Imen : Je ne suis pas convaincue.

24. Abdou : Ecoute bien ce qu’il dit : « Charles Darwin reprend l’idée que les êtres vivants

évoluent par accumulation de différences par rapport à leurs ancêtres, mais il y ajoute l'hypothèse qu'ils possèdent tous des ancêtres communs, ... »

25. Imen : **Mais**, il a dit «des ancêtres communs » **au pluriel** et non au singulier.

26. Abdou : Il dit aussi : « ...des ancêtres communs ayant eux-mêmes une origine unique... »

27. Imen : **Les ancêtres commun** qui ont une **origine unique** qui est : **Dieu les a créés.**

28. Abdou : Mais, personne n'a parlé de Dieu ni de religion dans le premier texte.

29. Imen : ... **Comment était cette origine commune ?**

30. Abdou : Si j'ai bien saisi, pour toi, l'expression « **origine commune** » **signifie Dieu.**

31. Imen : Oui, l'origine des vivant est bien Dieu.

b- Deuxième tentative (Première séquence, Su 1-2)

La deuxième tentative a, pour objectif principal, de faire réfléchir les élèves sur la nature des arguments relatifs aux explications de la diversité du vivant dans cinq textes (Fiche de travail n° 2, Annexe4-3) traitant de la diversité du vivant (Annexes 4-1, 4-2, 4-3, Fiche 2).

❖ Au début des échanges : Plutôt une seule explication

Une analyse des interactions verbales dans les groupes (Pg/su1-2) par mots et expressions-pivots (Annexe 8-5) montre trois cas de figures :

- Cas b1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs
- Cas b2 : Une explication, un référentiel argumentatif
- Cas b3 : Une explication, deux référentiels argumentatif amalgamés

• Cas b 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs

Les élèves du groupe GIVe discutent de deux explications, argumentées respectivement par une « *création divine* » et une « *sélection naturelle* » (Figure 32).

• Cas b 2 : Une explication, un référentiel argumentatif

Les élèves du groupe GIIIe discutent d'une seule et même explication qu'ils nomment « *évolution des êtres vivants* » et qu'ils argumentent par l'adaptation au changement du milieu en utilisant des connaissances « scientifiques ». Les élèves regroupent tous les arguments sous une même appellation « adaptation au facteurs du milieu ». Ils ne font pas de différence entre les différents arguments. De ce fait, le référentiel « scientifique » inclus le référentiel théologique. Ce référentiel est un amalgame des deux référentiels (Figure 33).

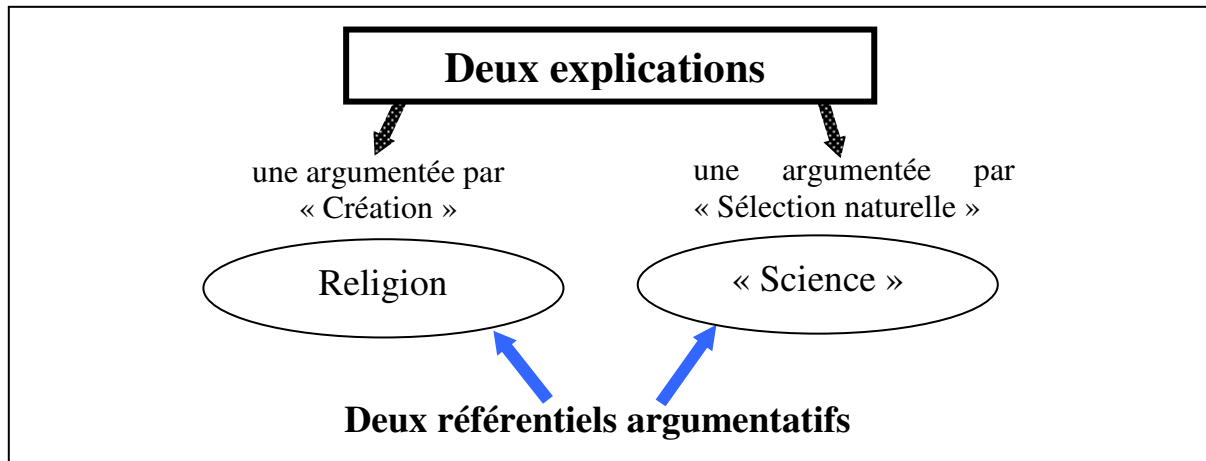


Figure 32. Cas b 1 : Deux explications, deux référentiels argumentatifs

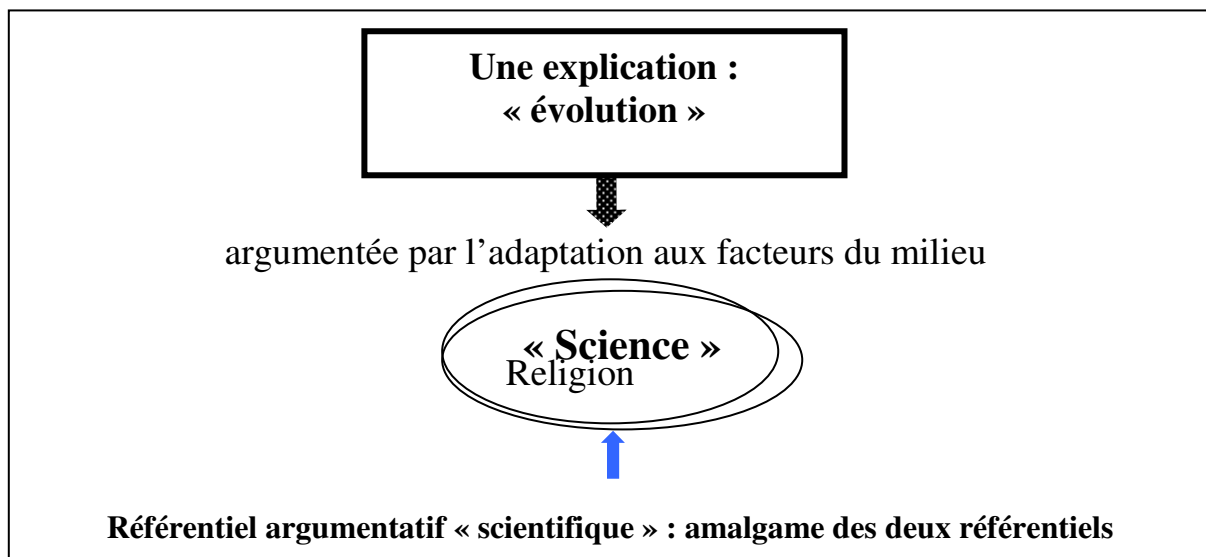


Figure 33. Cas b 2 : Une explication, un référentiel

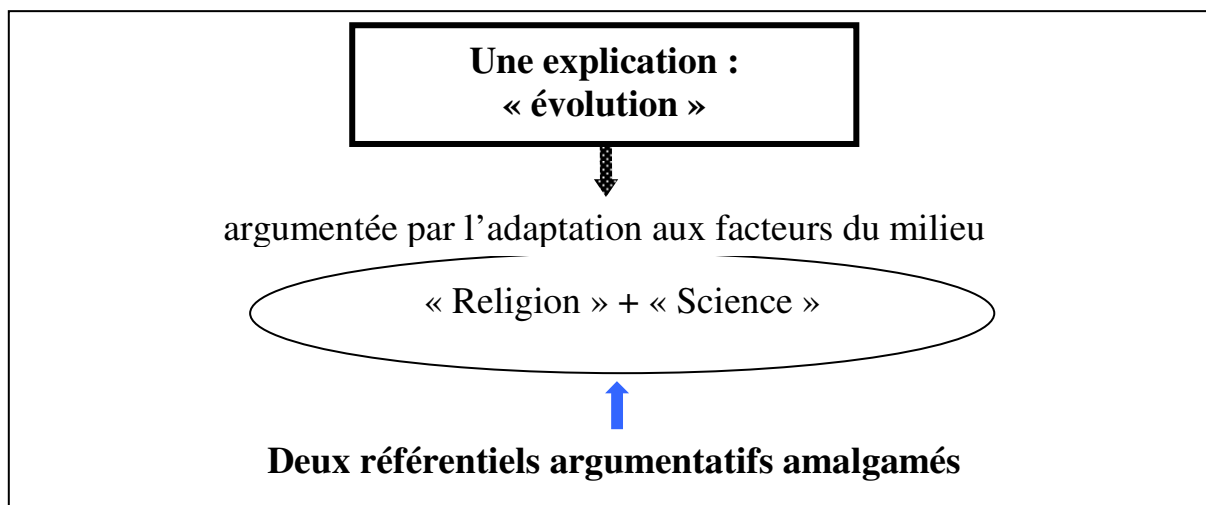


Figure 34. Cas b 3 : Une explication, deux référentiels argumentatifs amalgamés

- **Cas b 3 : Une explication, deux référentiels amalgamés**

Les élèves des groupes GIIe et GVe parlent d'une seule et même explication qu'ils nomment « évolution des êtres vivants » et qu'ils argumentent par l'adaptation au changement du milieu en utilisant des connaissances religieuses et « scientifiques » à la fois (Figure 34).

- **Cas b4 : Une explication, deux référentiels argumentatifs**

Les élèves du groupe Ie discutent d'une même explication « l'évolution » qu'ils rapportent à deux référentiels, l'un théologique, l'autre scientifique (Figure 35).

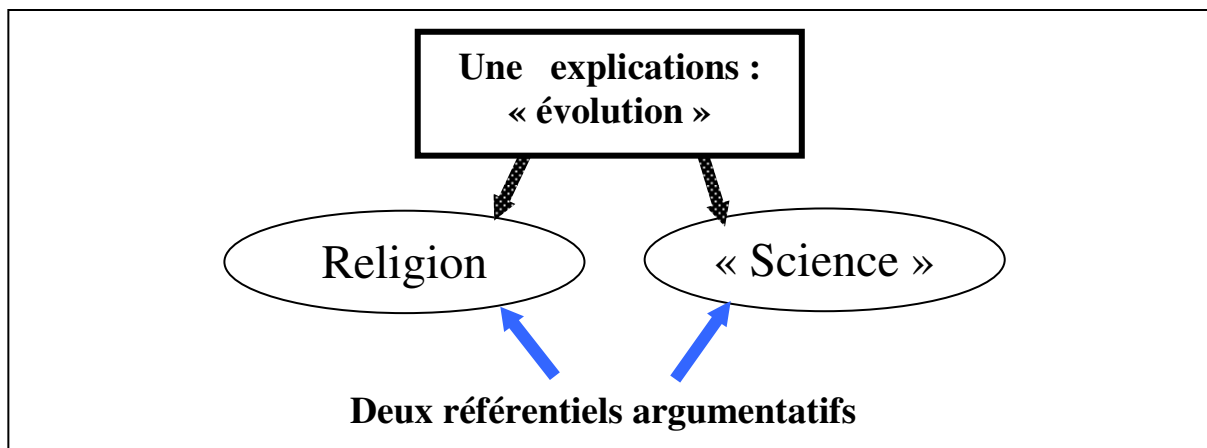


Figure 35. Cas b4 : Une explication, deux référentiels argumentatifs

- ❖ **Au cours des échanges : Des argumentations de natures différentes, des référentiels argumentatifs différents**

Les élèves du groupe Ie sont toujours dans le cas b4 et les élèves Chaima et Sabrina du groupe IVe dans le cas b1.

Ce sont des élèves des groupes IIe, IIIe et Ve qui au fur et à mesure des interactions verbales commencent à repérer des différences dans la nature des arguments avancés par les différents savants. Ils rapportent ces différences dans la nature de l'argumentation à des différences relatives aux référentiels argumentatifs.

Voici trois exemples, à titre d'illustration, relevés dans les transcripts Pg/su 1-2 des trois groupes concernés (Annexe 8-4).

► **1^{er} exemple** : Argumenter par la « création » ne constitue pas un argument « concret »

Dans le groupe GIIe, l'élève Manel tente d'expliquer à ses camarades qu'argumenter par la « création » signifie 'une absence de scientificité' par le seul fait qu'il n'y ait pas d'arguments « concrets » (empirique).

Extrait du transcript Pg/su1-2 GII, épisode1-2, U8-U42

Manel et Najla expliquent à leur camarades que les arguments de Ikhwan Essafa prennent référence dans la création.

21. Manel : **mais** dans le texte 1, le savant se base sur...

22. Najla : la **création**

La question est déviée par Manel, vers le manque de scientificité attribué à l'absence d'arguments concrets.

23. Manel : et il se base uniquement sur l'**observation** de la forme extérieure de l'animal par exemple :

« ثمّ اعلم بأنّ من الحيوان ما هو تام الخلقة كاملة الصورة كالتى تنزرو و تحبل و تلد وترضع ». Un travail pareil paraît évident. N'importe qui d'entre nous maintenant peut le faire avec beaucoup de facilité. Il n'y a pas d'argument clair on ne peut pas dire que ce sont des résultats scientifiques c'est-à-dire que ...

...

25. Manel : il n'y a pas d'arguments concrets palpables. On sent qu'il y a **uniquement un raisonnement** ce n'est pas du concret.

Inès et Najla approuvent les idées de Manel. Il n'en est pas de même pour Zeineb.

► **2^{ème} exemple** : Argumenter par la création, exclut toute scientificité

Dans le groupe GIIIe, l'élève Dorsaf, explique à ses camarades que le seul fait d'argumenter par la création, exclut toute scientificité.

Extrait du transcript Pg/su1-2 GIII, épisode1-2, U11-U23

16. Dorsaf : Regarde bien, dès le départ leur **référence est religieuse** il n'y a rien de **scientifique** dans leur démarche. Ils disent : « لأن الحكمة الإلهية لا تعطي الحيوان عضوا لا يحتاج ". Ils veulent dire que la **diversité est l'œuvre de la création de Dieu**.

Abir paraît avoir les mêmes idées que Dorsaf, qu'elle approuve. Kheiri a toujours une conception concordiste. Concernant Soumaya, il est difficile de se prononcer.

► **3^{ème} exemple** : Une argumentation ne peut-être théologique et scientifique à la fois.

Extrait du transcript Pg/su1-2 GV, épisode 1-2, U8-U42

Dans le groupe Ve, Nouha négocie avec Sawsen la part de scientificité dans l'argumentation de Ikhwan Essafaa.

22. *Nouha* : *Ils ont dit* :

« هكذا أكثر الديدان التي تكوّن في الطين وفي قعر البحار و أعماق الأنهار ليس لها سمع و لا بصر و لا ذوق و لا شمّ » (Il en est ainsi des vers qui se forment dans la terre glaise et au fond des mers et en profondeur des fleuves, ils sont dépourvus de l'ouïe, de la vue, du goût, de l'odorat car ils n'ont en pas besoin.). *Ils n'ont pas dit ...*

Sawsen explique que se référer à la religion exclut le fait de se référer à la science et inversement.

23. *Sawsen* : *Ce ne sont pas des exemples... (Inaudible) ce n'est pas possible que ce soit scientifique et religieux en même temps.*

Nouha et Rahma sont du même avis que Sawsen.

Conclusion : Un changement épistémologique

Les élèves Manel, Najla et Inès (GIIe), Dorsaf et Abir (GIIIe), Sabrine et Chaïma (GIVe), Sawsen, Nouha et Rahma (GVe) rapportent les différences dans la nature de l'argumentation à des différences relative aux référentiels argumentatifs.

A ce stade les différences sont repérées par les élèves à l'échelle des argumentations et des référentiels argumentatifs. Ceci indiquerait des prémisses d'un changement épistémologique chez ces élèves.

c- Troisième tentative (Première séquence, Su 1-3)

L'argumentation constitue l'étape de validation d'une démarche scientifique relative à l'évolution du vivant. Une grande part de la légitimité scientifique de la théorie de l'évolution tient aux particularités méthodologiques de la démarche de validation par enquête.

L'objectif de cette tentative est que les élèves puissent retrouver une part de légitimité scientifique de l'évolution dans les particularités de sa démarche de validation par enquête.

Les particularités de méthodologie de validation de l'évolution du vivant sont retrouvées par une analyse comparative de la démarche expérimentale et de la démarche de l'enquête (Darwin).

L'analyse des données montre trois cas de figure :

- **Cas c 1 : Une seule démarche, la démarche expérimentale**

Najla, Zeineb et Chaima considèrent une seule démarche de validation en science qui est la démarche expérimentale.

Au cours des interactions avec leurs camarades de groupe Najla va abandonner cette idée. Il est difficile de se prononcer pour le cas de l'élève Zeineb.

Extrait du transcript Pg/su 1-3 GIle

14. Najla : Darwin a cité ses **expériences**. Darwin a fait des **expériences** sur les espèces qu'il a rencontrées dans ces voyages.

15. Manel : **Non**, il a fait des **observations**.

...

17. Zeineb : On nous demande de comparer les démarches. Nous nous avons l'habitude d'une démarche normale : C'est-à-dire tu donnes un argument ensuite un exemple. Darwin, s'est basé sur ses observations, il a fait ses **expériences** puis il a donné des exemples.

18. Manel : Darwin **n'a pas fait d'expériences**

19. Zeineb : Alors qu'est ce qu'il a fait pendant ses voyages ? **Ce ne sont pas des expériences ?**

20. Manel : **Non**, mais ce **ne sont pas des expériences**. Il **n'a pas expérimenté** sur des souris il n'a fait que des observations.

...

23. Inès : mais il a fait aussi des observations.

Najla paraît convaincue

24. Najla : **Oui**, il a fait des **observations**.

Zeineb négocie encore

25. Zeineb : **Mais** d'habitude, nous, nous faisons des **expériences**, si l'expérience réussit, c'est que l'hypothèse est bonne, si l'expérience ne réussit pas c'est que l'hypothèse est fausse.

...

29. Najla : Ce sont **toujours des observations**

Chaima va la garder jusqu'à après le dispositif d'enseignement.

Selon, Chaima les observations faites par Darwin sur les fossiles et les observations comparatives avec les actuels ne sont que les prémisses qui lui ont permis d'émettre son hypothèse. Pour valider son hypothèse, il est nécessaire qu'il y ait recours à la démarche expérimentale.

Extrait du transcript Pg/su 1-3 GIVe

12. Chaima : *concernant Darwin, nous pouvons dire que c'est l'observation qui a été à l'origine de ses... l'idée (évolution des vivants). Il ne s'est pas basé que sur l'expérience. Donc, il n'a pas procédé comme dans l'étude de la digestion. Il n'avait que de simples idées. Je pense qu'il n'a pas commencé les expériences.*

Elle exprime à nouveau la même idée, plus tard, en interaction dans l'ensemble du sous-groupe classe.

Extrait du transcript Sgc/su 1-3

12. Chaima : *...cela veut dire que c'était seulement une idée, à cette époque là il n'avait pas encore commencé à faire des expériences.*

13. Ens : *Donc tu penses qu'il a fait des expériences*

14. Chaima : *Après.*

- **Cas c 2 : Deux démarches différentes**

La majorité des élèves du sous-groupe classe rapporte les différences entre une démarche expérimentale et une démarche de l'enquête au fait de substituer l'observation de faits et leur comparaison, à l'expérience, dans la démarche de l'enquête.

Extrait du transcript Pg/su 3-1 GIIE

21. Inès : *Nous d'habitude dans la démarche que nous suivons on fait des expériences puis on tire des arguments.*

22. Najla : *Darwin a donné son point de vue ensuite il l'a argumenté.*

23. Inès : *mais il a fait aussi des observations.*

24. Najla : *Oui, il a fait des observations.*

25. Zeineb : *Mais d'habitude, nous, nous faisons des expériences, si l'expérience réussit, c'est que l'hypothèse est bonne, si l'expérience ne réussit pas c'est que l'hypothèse est fausse.*

26. Inès : *Lui il a fait des observations comparatives entre les fossiles et les animaux actuels.*

- **Cas C 3 : Différences entre démarches par enquête et expérimentale légitimées par une non reproductibilité des phénomènes évolutifs**

Au cours des débats de groupes, seuls deux élèves, Sawsen du groupe GVe et Abdou du groupe GE passent à un second niveau de distanciation. Ils retrouvent une interprétation aux différences entre les deux démarches de validation, expérimentale et par enquête. Ils évoquent le facteur « temps » pour justifier ces différences. Ils l'argumentent par le fait que ce facteur empêche la reproductibilité expérimentale des processus évolutifs dans leur globalité.

Tous les deux l'expliquent à leurs camarades de groupe. Nous constatons dans les extraits suivants que :

Sawsen, peine à faire parvenir son idée à ses camarades.

Extrait du transcript Sgc/su 3-1 GVe

22. Nouha : Généralement pour étudier la digestion ou la respiration ou le fonctionnement de l'organisme, on utilise des expériences, dès le début, on fait des expériences pour étudier ces fonctions puis onnnnnnn, on euh ... fait euh ... une explication et une interprétation de cette expérience pour tirer enfin euh ...une conclusion précise et logique de tous ces faits. Par contre Darwin, on voit ici qu'il utilise des faits réels tirés de la vie ancienne et la vie actuelle, il utilise des faits, euh ... et des découvertes euh , des découvertes qui ne se basent pas sur des expériences. Il ne fait pas des expériences comme euh ...comme on fait ...euh ...

*23. Sawsen : Je vois ici, qu'il est très **difficile** de faire des expériences pour mettre en évidence les transformations subies par les vivants. Car la reproduction chez les vivants s'étale dans le **temps**.*

...

*27. Sawsen : ...Ecoute moi bien : est-ce Darwin est capable de vivre si **longtemps** pour montrer les transformations.*

...

*29. Sawsen : Tu as dit avez dit qu'il n'a pas fait des expériences. Je te dis pourquoi il n'a pas fait des expériences ? Mais, moi je te dis qu'il ne peut pas vivre tout ce **temps**, toutes ces générations pour montrer qu'il y a des transformations.*

A l'inverse, Abdou, le fait, avec plus d'aisance. Ceci indiquerait un degré de maturité de son discours distancié.

14. Abdou : on peut justifier cette démarche par le facteur temps. On ne peut pas reproduire le phénomène par des expériences comme on a l'habitude de le faire.

Conclusion

L'analyse comparative des démarches expérimentale et par enquête a permis aux élèves de retrouver des particularités de la démarche par enquête qui la différencie de la démarche expérimentale. Ils argumentent ces particularités par le facteur « temps ».

d- Quatrième tentative (Troisième séquence, Su 3-1)

Le savoir scientifique de l'évolution, comme tout savoir scientifique, est aussi l'objet d'une controverse dans le milieu scientifique. Elle touche aux mécanismes explicatifs de l'évolution sans pour autant toucher à sa scientificité.

L'analyse des discours de groupes des élèves semble montrer que l'ensemble des élèves accepte l'idée que la controverse soit l'un des critères de scientificité du savoir de l'évolution (Figure 36).

Pg/su 1-3	Thème discuté	Mots et expressions-pivots	Modèles explicatifs
Épisode 1	Évolution du Trilobite	Deux explications différentes, une différence, des points de vue différents, plusieurs explications différentes	Plus d'un modèle explicatif

Figure 36. Evolution du Trilobite, plus d'un modèle explicatif

Pg/su 1-3	Thème discuté	Mots et expressions-pivots	Discussion
Épisode 2	Controverse à propos de l'évolution du Trilobite	Quelle est la bonne explication , laquelle convient le mieux, les arguments des uns et des autres , cherche l'explication la plus convaincante , essaie de discuter , il faut choisir , d'autres recherches , discuter , savoir laquelle est la plus efficace , argumenter , meilleur résultat, le plus précis , explique mieux la réalité , d'autres recherches , chercher une solution , la meilleure	Discussion dans la communauté scientifique

Figure 37. Controverse à propos de l'évolution du Trilobite

En effet, ils acceptent l'idée qu'il y ait plus d'une explication scientifique à un même processus.

Ils proposent qu'il y ait d'autres travaux de recherches pour décider du modèle qui convient le mieux. Tous, sans exception, proposent qu'il y ait des discussions puisqu'il s'agit d'un cas de controverse (Figure 37).

2.2. Conclusion : Prémisses d'un changement épistémologique à partir de la deuxième tentative

A partir de la fin de la deuxième tentative, plusieurs élèves commencent à associer au référentiel argumentatif scientifique des critères de scientificité qui le différencient d'un référentiel théologique (non scientifique).

A la troisième tentative, l'évolution épistémologique se continue, les élèves différencient démarche expérimentale et démarche d'enquête.

Abdou et Sawsen se distinguent de leurs camarades. Ils arrivent à un degré d'évolution épistémologique plus élevé. Ils associent à la nécessité d'une démarche de validation par enquête à la non reproductibilité des processus évolutifs et tentent de l'expliquer à leurs camarades.

A la quatrième tentative, les élèves acceptent l'idée de controverse et de discussion en sciences, mais, il n'est pas évident qu'ils aient abandonné la conception du savoir scientifique comme savoir « absolu » et comme « vérité absolue ». En effet, ils semblaient vouloir retrouver : « une solution », un « meilleur modèle », un « meilleur résultat », etc.

3. CONSTRUCTION ALTERNATIVE À LA CONCEPTION « COMPOSITE »

3.1. Construction de savoirs de l'évolution

La construction alternative à la conception « composite » est programmée à la deuxième séquence de l'enseignement. C'est une construction de savoir conceptuel de l'évolution suivant le modèle synthétique de l'évolution. Elle correspond à l'enseignement du contenu du programme officiel tunisien relatif à « L'évolution biologique » (Cf. Annexe 1-1) :

- Faits de l'évolution : les arguments qui appuient l'évolution, arguments paléontologiques, embryologiques, anatomiques et moléculaires, et
- les mécanismes explicatifs des processus évolutifs suivant le modèle synthétique de l'évolution.

Cette séquence intègre, en particulier, un traitement de l'obstacle « volonté adaptative ». Nous avons repéré, à plusieurs reprises, chez les élèves du sous-groupe classe une conception « adaptationniste ». Ils considèrent que les transformations chez les espèces sont en conséquence des changements des facteurs du milieu. Ainsi, pour assurer leur survie, les espèces possèdent une sorte de « volonté interne » à changer, leur permettant de s'adapter aux conditions changeantes du milieu (Annexe 8-4).

Le traitement de l'obstacle « volonté adaptative » constitue, en lui-même, un travail de recherche complet, et à part entière, indépendant de la problématique de la présente recherche. Il fera l'objet d'une étude en perspective post-doctorale.

3.2. Mobilisation de réflexions épistémologiques antérieures

La construction du savoir conceptuel de l'évolution du vivant se fait par l'enseignement des arguments et des mécanismes explicatifs de l'évolution.

Pour l'étude des arguments, les élèves interagissent sur des supports paléontologiques, anatomiques, embryologiques et moléculaires. Quand à l'étude des mécanismes, ils interagissent sur des résultats d'expériences de recherche.

Le contact avec des documents concernant des preuves et mécanismes de l'évolution a suscité, chez certains élèves, des retours sur des réflexions épistémologiques, entreprises précédemment à la première séquence d'enseignement du dispositif. Ils mettent en relation les données factuelles de l'évolution (Arguments et mécanismes de l'évolution) qu'ils analysent, avec leurs réflexions antérieurement entreprises relatives aux idées évolutionnistes et à la théorie de Darwin.

Ces retours paraissent constituer des indices, chez certains élèves, d'un changement épistémologique, qui aurait permis en particulier, une :

- aide à l'apprentissage de l'évolution du vivant avec une séparation des idées évolutionnistes des idées fixistes.
- un regard critique

Mais c'est, également, l'indice d'une persistance de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » chez d'autres élèves.

- **Une aide à l'apprentissage de l'évolution du vivant séparément des idées fixistes**

L'analyse de documents de biologie de l'évolution évoquant des preuves de l'évolution (Annexe 4-3, Fiche 4) a suscité une mobilisation des réflexions épistémologiques faites en première séquence sur la théorie de Darwin.

Extrait du transcript Pg/su 2-1, GIIe

Les élèves se réfèrent à la théorie de Darwin pour justifier leur analyse des documents et leurs conclusions relatives à l'existence d'une succession et de liens entre les espèces.

23. Manel : *Regardez, regardez là, nous pouvons remarquer que les mammifères sont apparus avant les oiseaux. Il est clair que les mammifères ont donné les oiseaux. C'est très clair là. Les mammifères ensuite sont apparus les oiseaux. **Donc les théories dont nous avons discutées sont vraies.***

24. Inès : ***Moi, je pense plutôt à l'éventualité suivante que les oiseaux étaient des mammifères.***

25. Najla : ***Oui, c'est très possible. On pourrait dire que les êtres se sont formés les uns à partir des autres et le dernier formé est l'homme.***

Aussi, les élèves semblent accepter l'idée d'ancêtre commun en référence à la théorie de Darwin.

Extrait du transcript Pg/su 2-1

15. Zeineb : *Toutes ces espèces ont le même début ils partagent la même chose. Nous revenons donc à l'idée que tous les êtres vivants proviennent du même ancêtre.*

16. Manel : *Ce document nous permet de revenir à la théorie de Darwin, que tous les vivants sont issus d'un seul être vivant.*

17. Zeineb : *D'un ancêtre commun.*

18. Manel : *Oui d'un ancêtre commun.*

Extrait du transcript Pg/su 2-1

14. Manel : *Au niveau du document 17 on peut remarquer la même chose, les membres des animaux aquatiques ou terrestres **ont la même structure**, c'est uniquement la forme qui change, ce qui justifie que les êtres vivants ont la même origine. Donc, ce **qui justifie l'idée de Darwin.***

15. Zeineb : ***Oui c'est vrai***

- **Un regard critique, une identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs »**

Chez d'autres élèves, la mobilisation des réflexions antérieures constitue un regard critique, indice d'une part d'une disposition au discours distancié et d'autre part d'une déstabilisation de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs ». C'est le cas de l'élève Abir.

Extrait transcript Pg/su 2-1, GIIIe, épisode 5-2

7. Soumaya : *Il me semble que les pattes des poissons ont évolué pour être les pattes des animaux terrestres ce qui confirme l'idée d'Ikhwan Essafaa qui dit que les êtres aquatiques ont été créés avant les êtres terrestres.*

Abir conteste l'affirmation de Soumaya, en lui rappelant la nature non scientifique d'un tel discours.

8. Abir : *Mais pourquoi tu reviens à un discours pareil ? On a bien dit que ce discours n'est pas un discours scientifique.*

Le discours critique de Abir constitue un indice d'une identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs ». D'ailleurs, Dorsaf l'exprime ouvertement :

12. Dorsaf : *Mais, attention, ne mélange pas !!!! Nous avons vu que leur idée n'est pas celle-là et elle est bien dépassée maintenant.*

- **Une persistance de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs »**

Chez certains élèves, le retour aux réflexions épistémologiques de la première séquence constitue l'indice d'une persistance de l'amalgame des référentiels ». L'élève Soumaya se réfère une fois de plus au discours non-scientifique de Ikhwan Essafa.

Extrait transcript Pg/su 2-1, GIIIe, épisode 5-2

7. Soumaya : *Il me semble que les pattes des poissons ont évolué pour être les pattes des animaux terrestres ce qui confirme l'idée d'Ikhwan Essafaa qui dit que les êtres aquatiques ont été créés avant les êtres terrestres.*

4. IDENTIFICATION DES OBSTACLES « AMALGAME DES RÉFÉRENTIELS ARGUMENTATIFS » ET CONCEPTION « COMPOSITE » PAR LES ÉLÈVES

L'identification des obstacles a été réalisée aux moments initialement prévus et à d'autres moments imprévus du dispositif d'enseignement.

4.1. Identification à des moments prévus dans le dispositif

L'identification des obstacles est entreprise à deux occasions.

- **Une première identification**

L'enseignant tente une identification des obstacles par une confrontation directe des élèves à leur manière de penser et d'argumenter la diversité du vivant.

Extrait du transcript Sgc/su 1-3

143. Ens : Ensuite par l'évolution etc. Qu'est-ce que vous pouvez dire, maintenant, après tout ce que nous venons de retrouver ? Est-ce que vous êtes capable de vous critiquer ? De critiquer le raisonnement que vous avez fait ?

L'élève Nouha répond pour le groupe sans pour autant manifester de critiques.

144. Nouha : Nous avons dit que la création, la diversification avec l'adaptation et les mutations permettent l'évolution.

Un silence

L'enseignant insiste pour pousser les élèves vers une autocritique.

145. Ens : Qu'est ce que vous avez fait donc ?

Les élèves reconnaissent le fait d'avoir utilisé à la fois une argumentation théologique et une argumentation « scientifique » pour expliquer la diversité du vivant.

146. Imen : Nous avons commencé par une argumentation théologique ensuite une argumentation scientifique

...

154. Imen : On a mélangé l'idée scientifique avec l'idée non scientifique.

155. Enb du gr : C'est un mélange.

156. Ens : Donc, qu'est ce qu'il faut faire ?

157. Chaima : Il faut séparer les deux.

- **Deuxième identification**

Dans ce cas, l'intention de l'enseignant vise l'identification de la conception « composite ». Il demande aux élèves de réagir par rapport à leur conception « composite » initiale.

Extrait du transcript Sgc/su 3-1, U11-U15

11. Ens : Pour finir, dites moi, comment vous réagissez de nouveau à l'explication (Fixée au tableau) que vous m'avez donné tout au départ de ce cours pour expliquer la diversité du vivant.

Les élèves répondent qu'il faut séparer les explications sans toutefois donner autre précision.

12. *Plusieurs voix : On doit **séparer** les deux explications.*

L'enseignant insiste. Il demande à avoir des explications.

13. *Ens : Pourquoi ?*

La réponse obtenue est plutôt relative aux référentiels qu'à l'explication de la diversité elle-même.

14. *Enb du gr : Parce que ce sont **deux domaines différents**.*

Cette dernière réponse des élèves indiquerait une identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs ».

4.2. Identification à des moments non prévus dans le dispositif

Une identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » a pu être faite au cours des interactions verbales de la deuxième séquence (construction alternative à la conception « composite »).

Extrait du transcript Sgc/su 2-3

L'enseignant tente une réflexion à propos de la conception « adaptationniste »

32. *Ens : Il s'agit de la circoncision qui se pratique depuis des milliers d'années maintenant. Est-ce qu'il y a eu naissance de garçons circoncis ?*

En réponse à la question de l'enseignant, c'est, une fois de plus, une conception fixiste créationniste qui émerge chez l'élève Imen.

33. *Imen : Oui, les **prophètes**.*

Plusieurs élèves du groupe réagissent à son affirmation (conception), d'une manière spontanée. Ils lui rappellent qu'elle est entrain de mélanger les référentiels argumentatifs.

34. *Abdou : Elle **mélange**.*

35. *Ens : Oui, Chaima répond lui.*

36. *Chaima : Elle fait une **confusion des deux références**.*

37. *Dorsaf : Elle est entrain de **mélanger le tout**.*

Sans manifester de résistance, elle reconnaît bien qu'elle est entrain de mélanger les deux référentiels.

38. *Imen : Je mélange l'explication scientifique et l'explication théologique. Hi ! Hi !*

Conclusion

Les élèves paraissent avoir identifié l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs », ils proposent de différencier l'explication évolutionniste de la théorie de l'évolution de l'explication fixiste créationniste en argumentant par une séparation des deux référentiels scientifique et théologique (non scientifique).

5. IMPACT DU TRAITEMENT D'OBSTACLES CHEZ LES ÉLÈVES : UN CHANGEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE

L'accompagnement épistémologique visé par le traitement des obstacles « amalgame des référentiels argumentatifs et « conception composite », en contexte interactionnel a été favorisé par les interventions diversifiées de l'enseignant en tutelle et en médiation incitant à la réflexion distanciée chez les élèves. Ces derniers ont montré une disposition aux réflexions épistémologiques. Ils ont tenu un discours distancié à deux niveaux autour des spécificités d'une démarche de l'enquête appliquée à l'évolution et de savoirs de l'évolution. C'est un discours réflexif et critique accompagné de questionnement, d'autocritique, de regard rétrospectif.

Dans ce contexte réflexif interactionnel, une construction de savoirs relatifs à une démarche de validation par enquête appliquée à l'évolution du vivant, a constitué un premier indicateur de changement épistémologique chez les élèves. Ceci a permis aux élèves une première caractérisation du référentiel scientifique de l'évolution à travers des spécificités de la méthodologie de l'enquête, complété par l'enseignement des faits et mécanismes de l'évolution. Le deuxième indicateur est une séparation des savoirs de l'évolution du vivant des idées fixistes créationnistes. Les élèves reconnaissent l'existence de deux explications (Suivant nos choix pédagogiques) à la diversité du vivant qui leur correspondent deux référentiels argumentatifs respectifs distincts.

Ce changement épistémologique indiquerait une déstabilisation des obstacles conception « composite » et « amalgame des référentiels » et leur identification suite à un accompagnement épistémologique de l'enseignement de l'évolution du vivant.

Une caractérisation du référentiel scientifique de l'évolution et une séparation des savoirs de l'évolution des idées fixistes permettraient un enseignement de l'évolution en tant que science historique faisant partie intégrante de la biologie. Ceci aiderait au statut scientifique de l'enseignement de l'évolution.

VI. ÉVOLUTION DU RÉFÉRENTIEL ARGUMENTATIF ET REMISE EN QUESTION D'UNE CONCEPTION « COMPOSITE »

Le traitement d'obstacles englobe deux temps décisifs : une déstabilisation et une identification des obstacles. Dans notre dispositif la déstabilisation et l'identification des obstacles conception « composite » et « amalgame des référentiels argumentatifs » sont visées par un accompagnement épistémologique où les réflexions épistémologiques instaurées devaient mener vers :

- une remise en question d'une conception « composite ». Suivant nos choix pédagogiques, à la suite d'une telle remise en question, l'élève devait séparer conception fixiste créationniste et conception évolutionniste de la diversité du vivant. Autrement dit, il connaîtrait l'existence de deux explications différentes au lieu d'une seule.
- une séparation des référentiels argumentatifs théologique et scientifique correspondant, respectivement, à une explication fixiste créationniste et une explication évolutionniste selon la théorie de l'évolution.

Pour suivre l'évolution parallèle des explications et des référentiels correspondants chez les élèves au cours du dispositif, nous choisissons une notation sous forme d'un couple (D, R) où :

- D est relatif à l'explication de la diversité du vivant, et
- R est relatif au référentiel argumentatif correspondant à l'explication.

1. DES ÉVOLUTIONS DIFFÉRENTES

D'après les cas retrouvés (cf., chapitre V, ci-dessus), nous repérons :

- deux éventualités relatives à l'explication de la diversité du vivant
 - - Dc : une explication « composite »,
 - - D2x : deux explications différentes,
- trois éventualités relatives au référentiel argumentatif
 - - Ram : deux référentiels argumentatifs amalgamés,
 - - Rid : un référentiel argumentatif indéterminé,
 - - Rsp : deux référentiels argumentatifs séparés.

L'état initial diagnostiqué à la séquence d'enseignement introductive (sui) devient (D_c, R_{am}); soit une explication « composite » à la diversité du vivant et un référentiel argumentatif amalgamé. La déstabilisation des obstacles et leurs identifications au cours de l'enseignement a pour objectif un état final (D_{2x}, R_{sp}); soient deux explications à la diversité du vivant qui leur correspondent deux référentiels argumentatifs séparés.

En fonction des tentatives de déstabilisation des obstacles (T1, su 1-1; T2, su 1-2; T3, Su1-3; éventuellement en su 2-1) et des identifications des obstacles en su 1-3 et su 3-1 (éventuellement en su 2-3), nous constatons chez les élèves deux types d'évolution ou cheminements.

- Le premier type de cheminement est un passage de l'état (D_c, R_{am}) à l'état (D_{2x}, R_{sp}) qui est maintenu jusqu'à la fin du dispositif. Dès qu'il y a déstabilisation des obstacles l'état est maintenu. La déstabilisation est repérée lorsque l'élève se rend compte de l'existence de deux explications qui leur correspondent deux référentiels argumentatifs différents.
- Le deuxième type de cheminement est un passage de l'état (D_c, R_{am}) à l'état (D_{2x}, R_{sp}) qui se fait par des états intermédiaires ou transitoires. Les états intermédiaires retrouvés sont :
 - (D_c, R_{sp}): une seule explication « composite » argumentée dans deux référentiels différents,
 - (D_c, R_{id}): une seule explication « composite » mais le ou les référentiels sont indéterminés,
 - (D_{fc}, R_{am}): une seule explication fixiste créationniste argumentée dans deux référentiels amalgamés,
 - (D_{2x}, R_{am}): deux explications argumentées dans deux référentiels amalgamés.

Les différents états allant de l'état initial diagnostiqué au début du dispositif à l'état final retrouvé à la fin du dispositif, sont résumés dans la figure 38.

En colonnes sont représentés les états retrouvés au cours d'une sous-unité donnée d'enseignement, soit pendant les débats de groupes (su 1-1, su 1-2) soit pendant l'apprentissage en sous-groupe classe (su 1-3, su 2-1, su 2-3, su 3-1). En lignes sont représentés les différents états repérés en fonction de la progression dans l'enseignement (Annexe 4-5). Les nouveaux états ou ceux qui réapparaissent sont marqués par un trait épais, ceux qui restent en trait normal et ceux qui disparaissent en grisé. Lorsque nous ne retrouvons pas d'indices clairs pour catégoriser l'état correspondant à l'élève, nous notons

élèves « non classés ». Les élèves absents sont notés « absents ». Chaque état est accompagné par un chiffre entre parenthèses correspondant au nombre d'élèves catégorisés dans cet état.

L'analyse globale de l'ensemble des états en fonction de la progression dans l'enseignement montre six moments transitoires particuliers. Ils correspondent aux différents moments de déstabilisation et/ou d'identification des obstacles.

- un premier, en su 1-1 : disparition de l'état initial (D_c, R_{am}) et apparition de trois états intermédiaires et l'état visé (D_{2x}, R_{sp}). L'état (D_{2x}, R_{sp}) sera maintenu jusqu'à la fin du dispositif,
- un deuxième, au début de su 1-2 : réapparition de l'état initial (D_c, R_{am}) au début de su 1-2, disparition de deux des états intermédiaires apparus en su 1-1 jusqu'à la fin du dispositif et maintien de l'état (D_{2x}, R_{sp}).
- un troisième, en cours de su 1-2 : ce moment est particulier dans le sens où, au début de su 1-2, seuls 2 élèves se trouvaient dans l'état (D_{2x}, R_{sp}), mais à la fin de la sous-unité, nous en comptons 10. Ce qui veut dire que 8 élèves ont bougé. Ils ont quitté leurs états respectifs pour se retrouver dans l'état (D_{2x}, R_{sp}),
- un quatrième, à la fin de su 1-3 : il y a disparition du troisième état intermédiaire apparus à la su 1-1 et l'état initial (D_c, R_{am}) jusqu'à la fin du dispositif. Il y a 7 élèves de plus dans l'état (D_{2x}, R_{sp}),
- un cinquième, à la su 2-1 : il y a apparition d'un nouvel état (D_{2x}, R_{am}).
- un sixième, à la fin de su 3-1 : disparition de l'état (D_{2x}, R_{am}) et maintien du seul état (D_{2x}, R_{sp}).

2. DES ÉVOLUTIONS INDIVIDUELLES DIFFÉRENTES

L'analyse globale cache des évolutions individuelles différentes montrées dans les figures 39, 40, 41 et 42, représentant les évolutions différentes de quatre élèves du sous-groupe classe.

La figure 43 représente le cheminement des quatre élèves en situant, les moments de déstabilisation et/ou d'identification des obstacles pour chacun d'entre eux.

Nous constatons que déstabilisation et/ou identification ne se produisent pas aux mêmes moments pour tous les élèves.

Dispositif d'enseignement

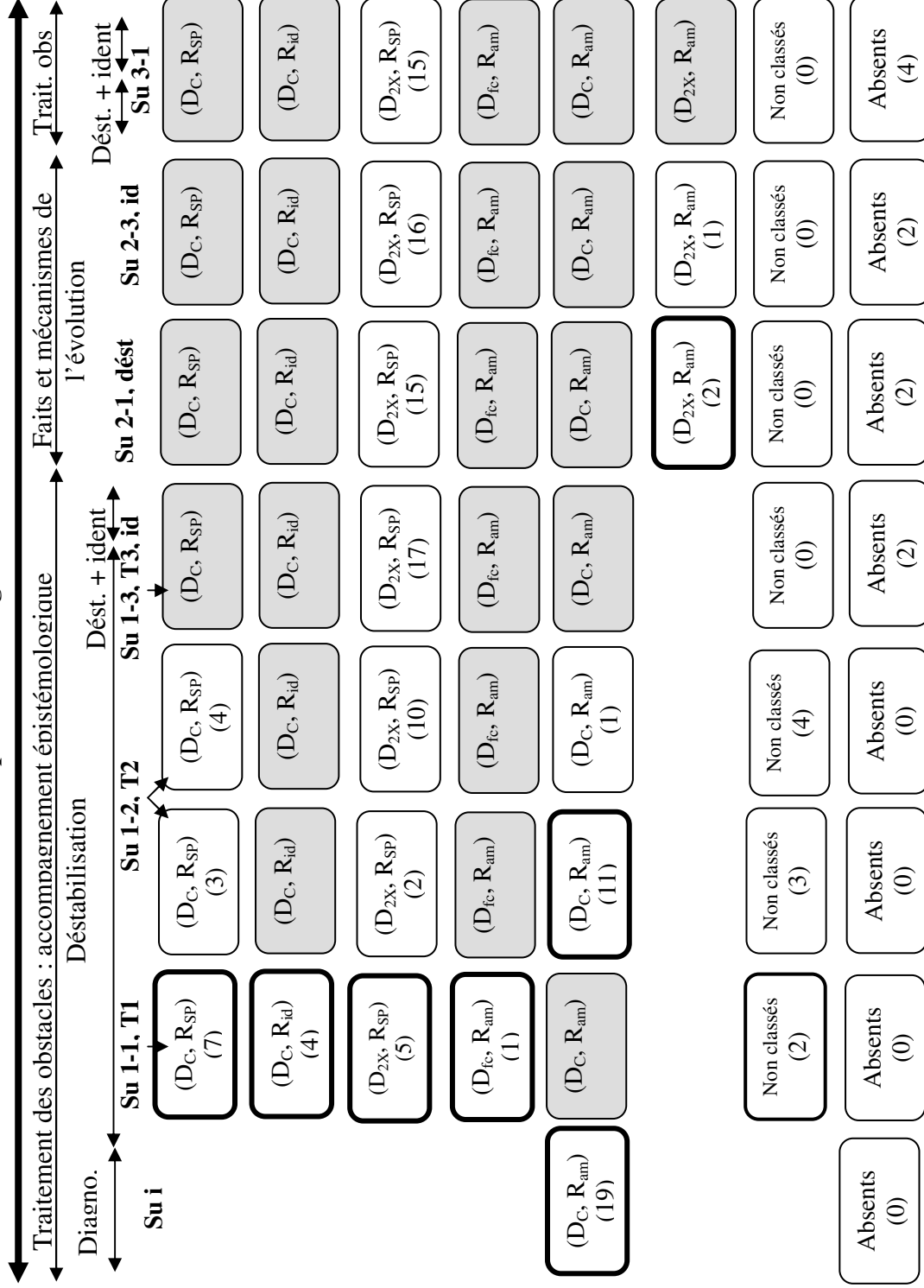


Figure 38. Evolution des explications et référentiels argumentatifs de la diversité du vivant au cours du dispositif d'enseignement

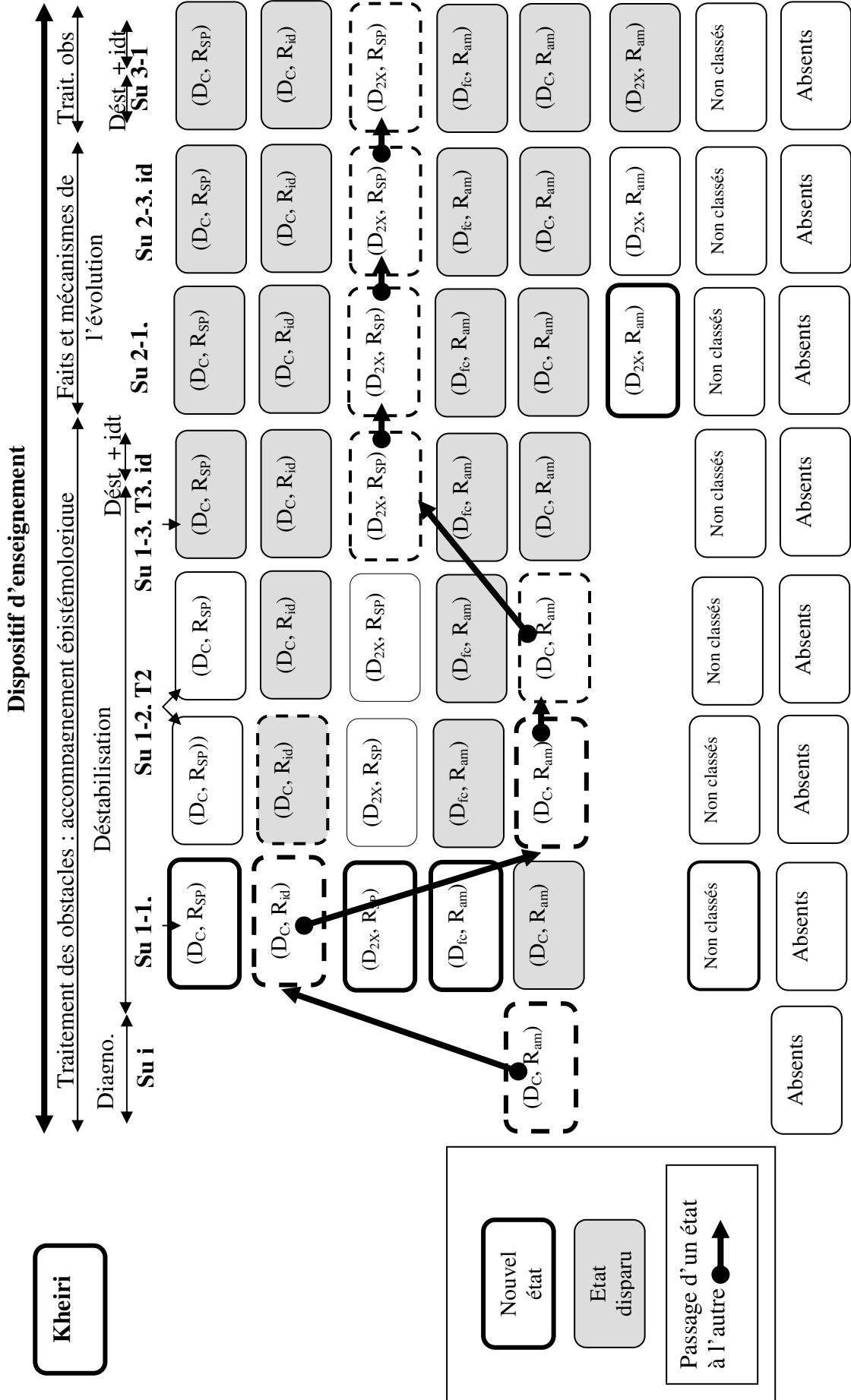


Figure 39. Evolution individuelle de l'élève Kheiri indiquée par la direction des flèches noires

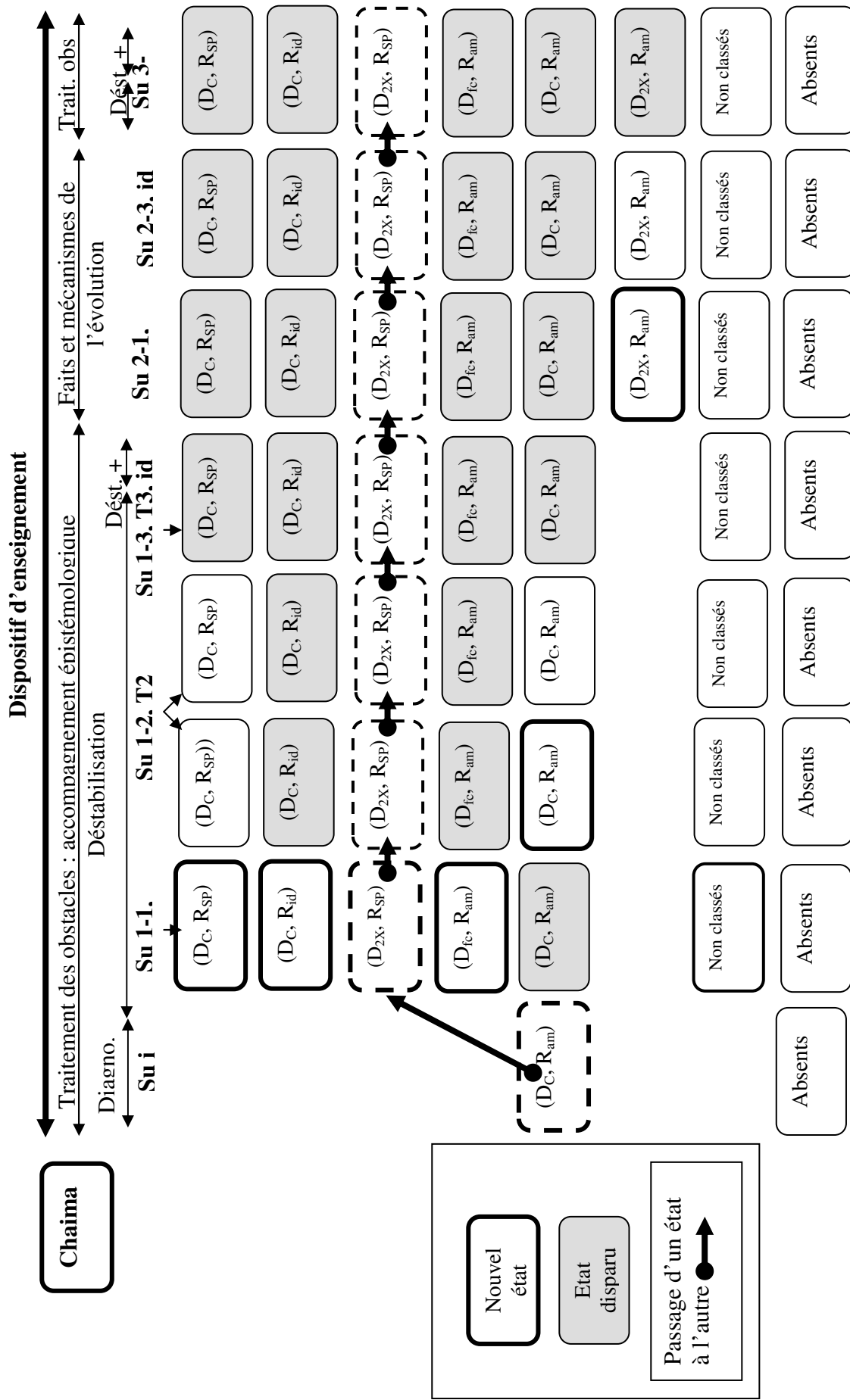


Figure 40. Evolution individuelle de l'élève Chaima indiquée par la direction des flèches noires

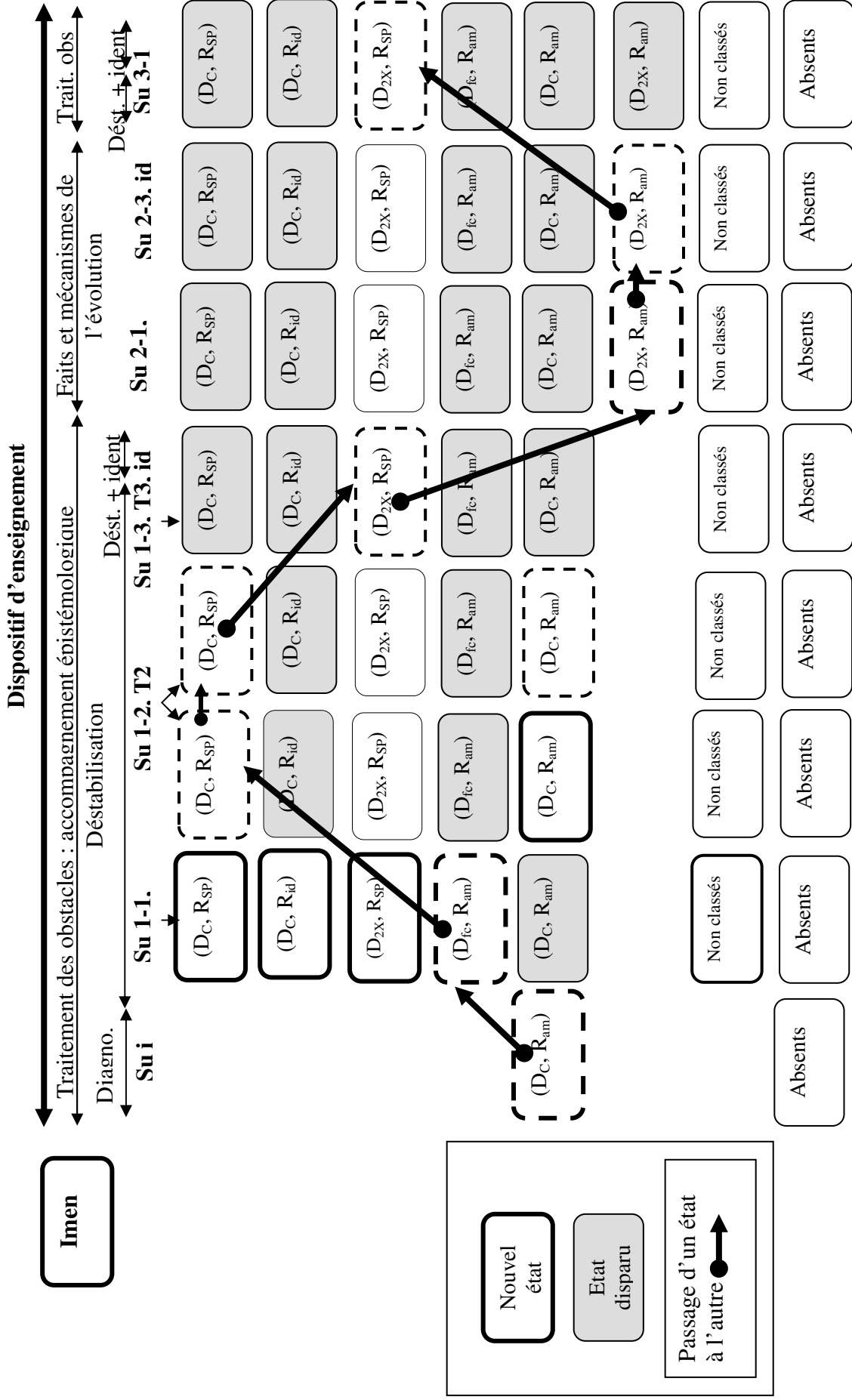


Figure 41. Evolution individuelle de l'élève Imen indiquée par la direction des flèches noires

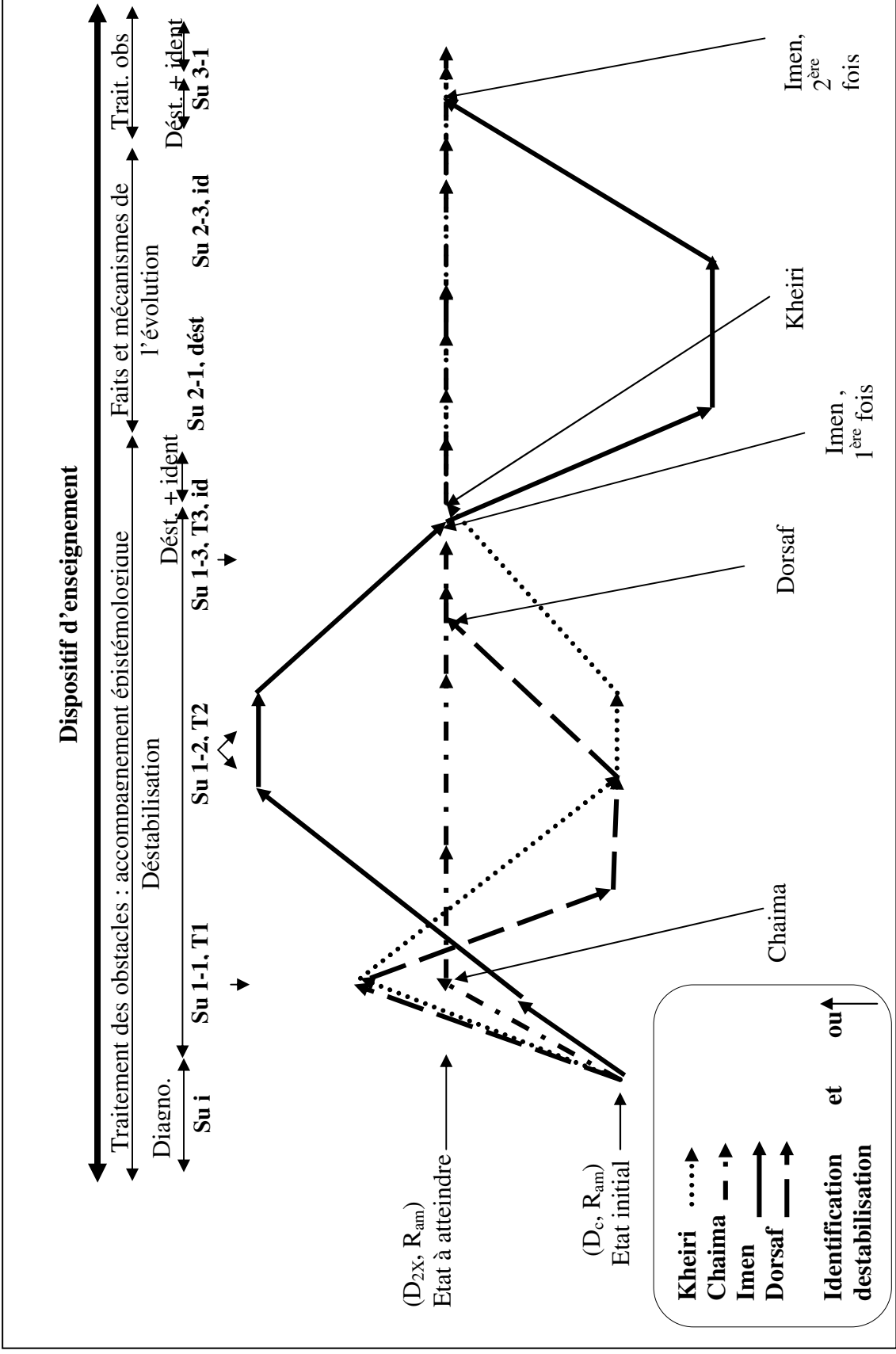


Figure 43. Evolution de quatre élèves au cours de l'enseignement et/ou déstabilisation des obstacles à des moments différents du dispositif d'enseignement pour chacun d'entre-eux

3. CONCLUSION : REMISE EN QUESTION D'UNE CONCEPTION « COMPOSITE » RELATIVE A LA DIVERSITÉ DU VIVANT

A la fin du dispositif d'enseignement la majorité des élèves se retrouvent dans le cas (D_{2x} , R_{sp}). C'est-à-dire qu'ils affirment devoir séparer les deux explications, évolutionniste et fixiste créationniste en argumentant par une distinction entre référentiels argumentatifs respectifs. Ceci, indiquerait une remise en question d'une conception « composite » chez les élèves. Mais, nous préférons être prudents quant à la considération d'une réelle remise en question. Nous pensons que des investigations complémentaires seraient nécessaires, notamment, sur un plan conceptuel. Il y aurait à savoir comment, les élèves conçoivent les deux explications de la diversité du vivant qu'ils affirment être différentes.

D. ÉVALUATION EXTERNE : ÉVALUATION DE L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT

L'objectif de l'évaluation externe est d'évaluer l'impact du dispositif d'enseignement de l'évolution sur le changement épistémologique escompté chez les élèves. L'évaluation est constituée de deux interviews collectives semi-directives, réalisées en pré et en post-enseignement en guise, respectivement, de pré-test et de post-test.

Toutefois, en ayant à l'esprit que les interactions verbales au cours des interviews sont susceptibles d'influer le changement épistémologique et son évolution chez les élèves, nous adoptons une position prudente. Ainsi, l'évaluation concerne non pas l'impact du dispositif d'enseignement en tant que tel uniquement, mais également, des éventuelles influences des interviews du pré et post-enseignement.

I. MÉTHODOLOGIE

1. Recueil des données

Les données ont été recueillies par interviews collectives semi-directives, menées au lycée, en dehors de toute situation d'enseignement. Les élèves du sous-groupe classe, partagés en trois petits-groupes de discussion (Annexe 10-2, 10-4) selon leur disponibilité, ont interagi avec l'animatrice un mois avant la mise en œuvre du dispositif d'enseignement sur l'évolution du vivant (interview du pré-test), ensuite, deux mois après celle-ci (interview du post-test).

2. ANALYSE DES INTERACTIONS VERBALES

Les interactions verbales, enregistrées en audio ont été finement transcrites. Dans un premier temps, les transcripts des deux interviews ont fait l'objet d'une analyse de contenu macroscopique pour cerner la dynamique et délimiter les différentes thématiques et épisodes des discours. Dans un deuxième temps, certains épisodes, choisis en raison de leur pertinence, ont fait l'objet d'une analyse de contenu fine par la méthode des mots et expressions pivots, par repérage de connecteurs, ou par une caractérisation de l'énonciation des interventions⁴⁷.

II. IMPACT DE L'ENSEMBLE DE L'INTERVENTION CHEZ LES ÉLÈVES

Pour évaluer l'impact de l'ensemble de l'intervention sur le changement épistémologique des élèves, nous procédons à une analyse comparative des données empiriques des pré et post-tests. Aussi bien en pré qu'en post-test et dans chacun des trois petits groupes du sous-groupe classe, les élèves ont interagi entre eux suite aux questions de l'animatrice, mais à des degrés d'engagement interactif différents : 8 à 33% au pré-test, 4 à 34% au post-test (Annexe 11).

1. INTERVIEWS EN PRÉ-ENSEIGNEMENT

1.1. Analyse macroscopique

L'analyse sémantique des trois transcripts (Annexe 10-3), réalisés avec les trois petits groupes GIa, GIa et GIa (Annexe 10-2), a montré l'existence, dans chaque transcript, cinq épisodes récurrents (Annexe 12-1), correspondant aux cinq thèmes initiés par les questions ouvertes de l'animatrice (Annexe 10-1) :

Episode 1 : Qu'est-ce la diversité ?

Episode 2 : Expliquer la diversité par les mutations, la reproduction sexuée, la fécondation, le brassage génétique, etc., ou bien par l'adaptation et l'influence des facteurs du milieu extérieur.

Episode 3 : Expliquer autrement la diversité.

Episode 4 : Se poser des questions.

Episode 5 : Un besoin de savoir plus.

⁴⁷ C'est la même méthodologie d'analyse des interactions verbales qui a été utilisée pour l'évaluation interne et explicitée au Chapitre.C. paragraphe 2 du I)

1.2. Analyse microscopique

A travers l'analyse fine, nous cherchons à caractériser les référentiels argumentatifs des élèves relatifs à l'explication de la diversité du vivant et éventuellement leurs conceptions.

1.2.1. Référentiels argumentatifs

- **Un référentiel argumentatif « scientifique » : Episode2**

Du point de vue registre langagier, les arguments avancés par les élèves dans cet épisode semblent relever de celui de la classe de biologie. Les élèves ont expliqué la diversité du vivant par les mutations, les accidents chromosomiques, la méiose, la fécondation, le brassage génétique, l'adaptation, l'influence des facteurs du milieu etc. (Figure 44). Les élèves ont évoqué, en particulier, les mécanismes de la variation intraspécifique et l'adaptation.⁴⁸

L'enseignement de l'évolution biologique n'ayant pas été encore fait, le fait que les élèves aient évoqué des facteurs externes au vivant pour expliquer la diversité du vivant peut aussi témoigner de la présence de conception « adaptationniste » (Fortin, 1993). De ce fait, la qualification « scientifique » ne paraît pas appropriée ; nous l'avons néanmoins retenue, sciemment mais entre guillemets, pour qualifier ce référentiel car il relève du registre langagier de la classe de biologie.

Thème discuté	Analyse par mots et expressions pivots	L'explication de la diversité du vivant	Référentiel argumentatif
Comment expliquer la diversité du vivant ?	Individu ; Transformation ; Accidents chromosomiques ; Mutations ; Méiose ; Hasard ; Fécondation ; Différences Facteurs du milieu ; Apparition de nouvelles espèces ; Adaptation ; Milieu de vie ; climat	La diversité s'explique par des facteurs internes aux vivants : mutations, hasard, accidents chromosomiques, méiose, fécondation et/ou des facteurs externes au vivant : le climat, milieu de vie, facteurs du milieu	un référentiel « scientifique » ⁴⁹

Figure 44. Grille de caractérisation des référentiels argumentatifs en pré-enseignement (Episode 2).

⁴⁸ Chapitres étudiés dans les niveaux antérieurs d'enseignement.

⁴⁹ Nous avons considéré le référentiel argumentatif des élèves en pré-enseignement de l'évolution biologique comme « scientifique » au niveau registre du langage. En considérant que les mots et expressions utilisées ont été appris en classe de sciences. En effet, conceptuellement, il est incorrect de considérer par exemple que les facteurs externes du milieu sont impliqués directement dans la diversité du vivant.

• **Deux référentiels argumentatifs amalgamés : Episode 3**

La question de l'animatrice, « *Avez-vous une autre explication ?* », a entraîné une réorientation du discours. Les élèves qui, jusqu'à présent, se référaient à un référentiel argumentatif « *scientifique* », proche de celui de la classe de biologie, ont commencé à solliciter un deuxième référentiel argumentatif.

Thème discuté	Analyse par mots et expressions-pivots	L'explication de la diversité du vivant	Référentiels argumentatifs
Comment expliquer la diversité du vivant ?	<p>Dieu ; origine du monde création d'un mâle et d'une femelle ; Pas de diversité ; Diversité créée ; Adaptation ; conditions du milieu ; Dieu commande facteurs de la nature ; Dieu a créé puis la nature a diversifié ; Création</p> <p>Diversité ; Mutation ; Nouveaux caractères ; Conditions du milieu ; Changement ; Etres vivants ; Changements ; Dieu a Créé puis apparition nouveaux caractères ; Diversité due à la création = Diversité réduite ; Création divine = Diversité de premier degré, Diversité de second degré : reproduction, mutations</p>	<p>La diversité s'explique par une création divine, création d'un mâle et d'une femelle</p> <p>et une diversification due aux facteurs de la nature commandés par Dieu</p> <p>ou bien une diversification due à des facteurs internes aux vivants : mutations, reproduction ou encore des facteurs externes au vivant : les conditions du milieu et l'adaptation.</p>	<p>un référentiel non scientifique</p> <p>et un référentiel « scientifique »</p>

Figure 45. Grille de caractérisation des référentiels argumentatifs en pré-enseignement (Episode 3)

Exemples d'interventions

« *Le Dieu a créé un mâle et une femelle pour tous les êtres vivants* » ; « *Moi, je pense qu'à l'origine du vivant il y avait une diversité parce que Dieu en créant les vivant il a créé une diversité dès l'origine ;* » « *Dieu a créé les êtres vivants..* », *c'est bien Dieu qui a créé la nature* » etc.

Le référentiel argumentatif des élèves n'étant plus celui de la classe de biologie, nous avons catégorisé ce référentiel comme un référentiel *non scientifique*.

Cet épisode a été révélateur de l'effet de l'interaction. En effet, au fil des interactions, nous avons remarqué que les interventions des élèves renfermaient des arguments qui relevaient

des deux registres : à la fois un registre non scientifique et un registre « scientifique » (Figure 45, Annexe 12-2).

L'extrait suivant illustre la sollicitation simultanée des deux référentiels chez les élèves pour expliquer la diversité du vivant.

Extrait du transcript Pg/GIa

Imen explique que la diversité du vivant résulte de l'œuvre divine pour assurer l'adaptation.

12. Imen : Comment, comment ? Mais !!! C'est bien le bon Dieu qui l'a peuplé à l'origine.

13. Asma : Oui, dès le début, Le Dieu a créé un mâle et une femelle pour tous les êtres vivants.

14. Imen : Au départ, il n'y avait pas une diversité. La diversité a été créée suivant les conditions du milieu. Ces conditions ont poussé les êtres vivants vers l'adaptation.

Selon, Sawsen, la diversité est plutôt, la résultante de l'action des facteurs de la nature.

15. Sawsen : La nature.

Imen précise que les facteurs de la nature sont sous la dépendance de la commande divine

16. Imen : Oui, la nature. Mais, c'est bien Dieu qui commande les facteurs de la nature pour permettre aux êtres vivants de survivre.

Sawsen finit par rejoindre l'idée de sa camarade Imen. Les facteurs de la nature même s'ils permettent l'adaptation⁵⁰, leurs actions sont sous la dépendance de l'action divine.

18. Sawsen : Oui, c'est naturel.

1.2.2. Conception « composite » relative à la diversité du vivant

L'extrait suivant illustre la sollicitation simultanée des deux référentiels chez les élèves pour expliquer la diversité du vivant.

Extrait du transcript Pg/GIa

Imen explique que la diversité du vivant résulte de l'œuvre divine pour assurer l'adaptation.

12. Imen : Comment, comment ? Mais !!! C'est bien le bon Dieu qui l'a peuplé à l'origine.

13. Asma : Oui, dès le début, Le Dieu a créé un mâle et une femelle pour tous les êtres vivants.

⁵⁰ Nous pouvons remarquer que les réflexions des élèves sont fortement dépendantes d'une conception « adaptationniste ».

14. *Imen : Au départ, il n'y avait pas une diversité. **La diversité a été créée** suivant les conditions du milieu. Ces conditions ont poussé les êtres vivants vers **l'adaptation**.*

Selon, Sawsen, la diversité est plutôt, la résultante de l'action des facteurs de la nature.

15. *Sawsen : La **nature**.*

Imen précise que les facteurs de la nature sont sous la dépendance de la commande divine

16. *Imen : Oui, la **nature**. Mais, **c'est bien Dieu qui commande les facteurs de la nature** pour permettre aux êtres vivants de survivre.*

Sawsen finit par rejoindre l'idée de sa camarade Imen. Les facteurs de la nature même s'ils permettent l'adaptation (ici une conception « adaptationniste » se profile), leurs actions sont sous la dépendance de l'action divine.

18. *Sawsen : Oui, c'est naturel.*

À l'analyse des énoncés des élèves par mots et expressions pivots (cf. § précédent), nous avons associé un repérage de connecteurs.

22. *Sawsen : Non. Dieu a créé les êtres vivants, ensuite la nature a continué pour avoir une diversité.*

23. *Imen : Oui, il y a eu une création au départ, ensuite, il y a une diversité grâce aux mutations. Il y a apparition de plusieurs nouveaux caractères.*

24. *Asma : Moi, je sais que les choses se font au hasard.*

...

26. *Asma : Il y a apparition de nouveaux caractères parce qu'il y a des changements au niveau de l'information génétique. Il y a toujours apparition de nouveaux caractères.*

Si nous considérons que les connecteurs *ensuite, puis, après*, expriment une succession chronologique, il s'ensuit que l'explication donnée par les élèves est constituée de l'inclusion de deux idées différentes. En effet, les élèves considéraient la diversité au sein du vivant comme résultante d'une diversité de premier degré, expliquée par la création divine, suivie d'une diversité de second degré, expliquée par une transformation des espèces due aux mutations, à la reproduction sexuée, à l'adaptation, etc.... La première se réfère à un référentiel non scientifique (théologique), elle rejoint la tendance fixiste qui suppose, en fait, que les espèces sont immuables. La deuxième semble se référer à un référentiel « scientifique », puisqu'elle considère les espèces comme non immuables et cette non immuabilité est expliquée par les mutations, la reproduction, etc....

À première vue, il apparaîtrait que les élèves séparent deux évènements, la création des espèces d'une part, leur diversification d'autre part. Seulement, il faudrait envisager deux façons de voir, qui finissent par se rejoindre dans un contexte concordiste. La première est : quoique la diversification soit expliquée par les facteurs de la nature tels que les mutations, la reproduction sexuée etc., autrement dit, par la science, ils sont sous la dépendance de la volonté divine, comme le dit Imen :

16. Imen : Oui, la nature. Mais, c'est bien Dieu qui commande les facteurs de la nature pour permettre aux êtres vivants de survivre.

La deuxième est simple : la science fait partie intégrante de la religion. Toute explication scientifique existe déjà dans les textes coraniques.

Ainsi, pour expliquer la diversité des vivants, les élèves ont utilisé un registre langagier constitué par un amalgame des registres langagiers « scientifique » et non scientifique, et leurs arguments relèvent d'un mélange de deux référentiels argumentatifs, le « scientifique » et le non scientifique (Figure 46 et 47).

Aussi, nous repérons, des énonciations telles que : « **Oui**, Dieu a créé de chaque espèce deux individus... », «.. **moi, je** vois les choses ainsi », « **moi, j'**ai la même idée », « **Moi je** dis .. », « **Je** suis d'accord...» qui paraissent montrer une posture d'engagement de tous les élèves du sous-groupe classe paraissent dans une même explication « composite » de la diversité du vivant.

1.2.3. Equivalence argumentative entre référentiels argumentatifs

Partant, d'un contexte social concordiste, le fait même de penser une conception « composite » de la diversité du vivant, exprime également, le fait de penser une équivalence argumentative des référentiels argumentatifs scientifique et théologique (non-scientifique) chez les élèves.

Certains d'entre eux l'ont exprimé ouvertement comme en témoigne l'extrait suivant :

Extrait transcript Pg/GIa

81. Abir : Je pense parce qu'on ne peut pas séparer l'explication scientifique de l'explication religieuse.

...

83. Abir : On n'est pas capable de comparer les deux explications parce que l'explication religieuse renferme toujours l'explication scientifique.

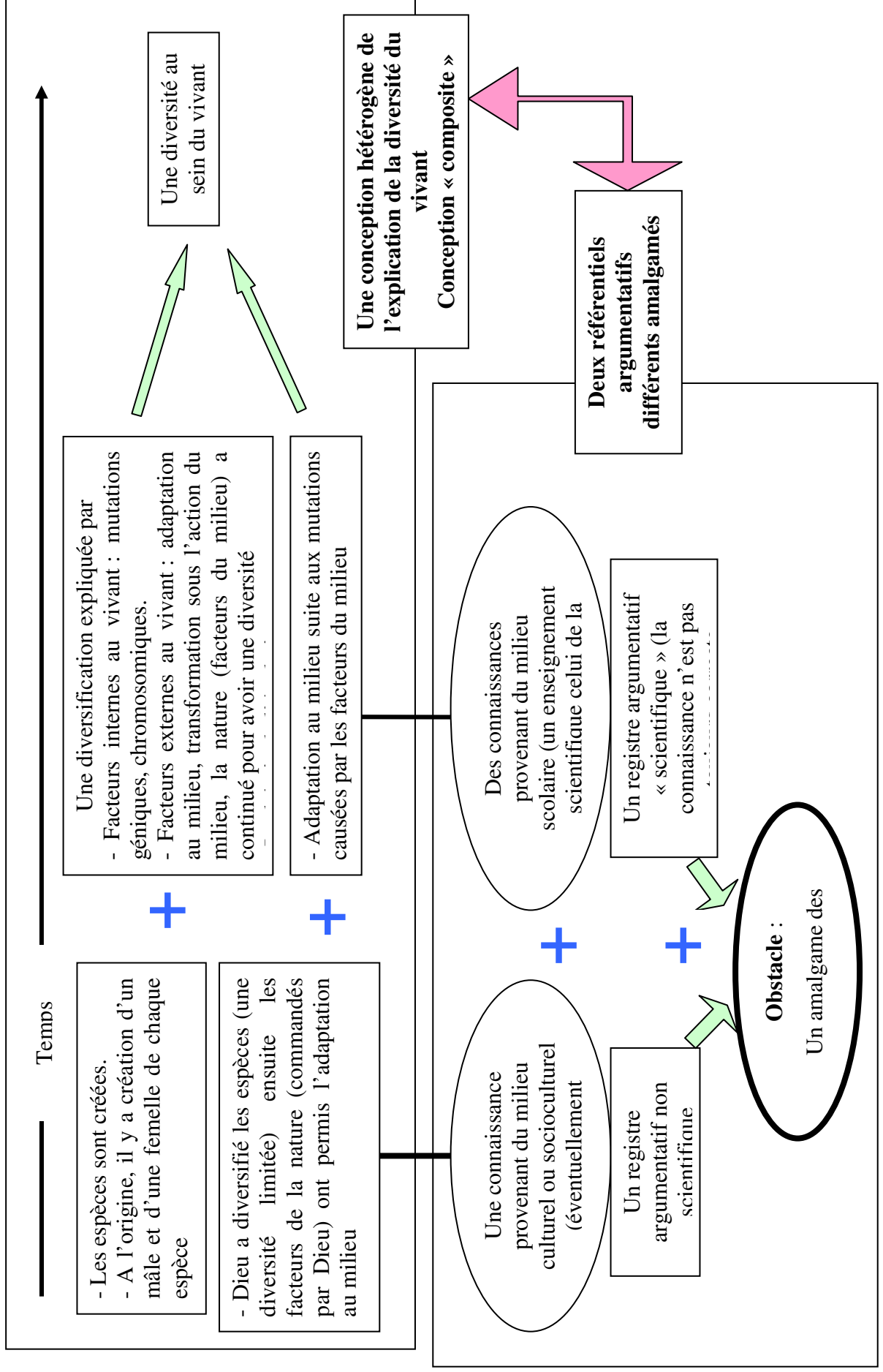


Figure 46 : Une conception « composite » et deux référentiels argumentatifs différents amalgamés

...

88. Abir : *Moi, je voudrais savoir, s'il y a une différence parce que pour moi, il n'y a pas de différences. Au contraire les deux se complètent.*

Conclusion

Une seule et même conception, soit une conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant est partagée par tous les élèves du sous groupe-classe. Elle renseigne sur l'amalgame des référentiels argumentatifs « scientifique » et théologique

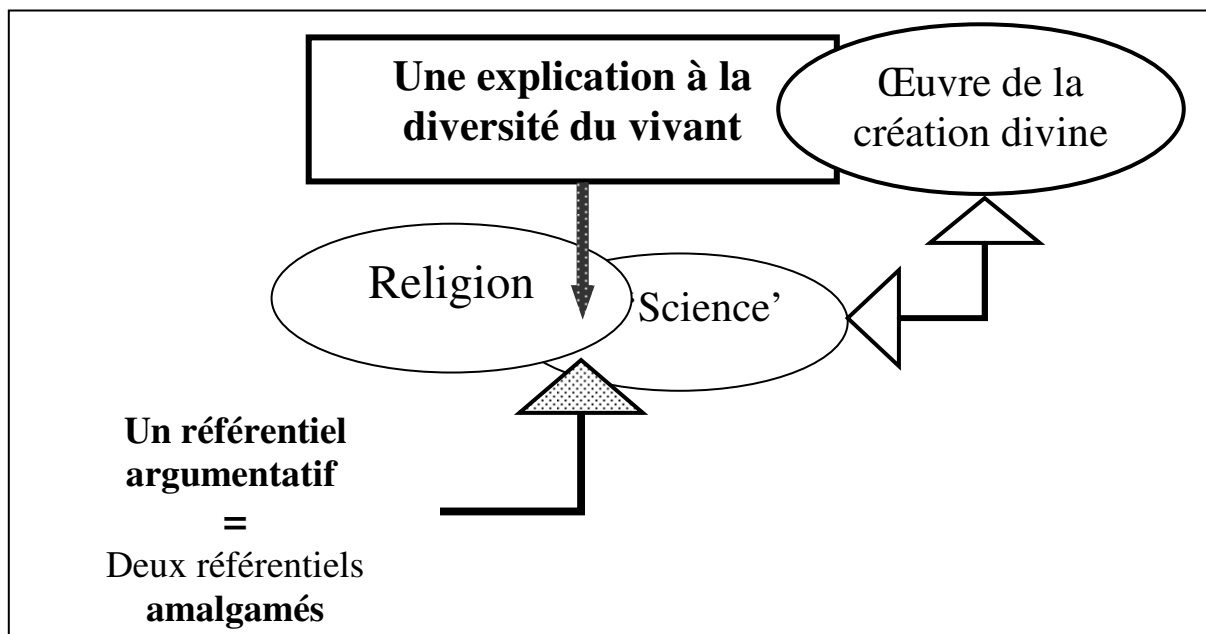


Figure 47. Amalgame des référentiels argumentatifs relatifs à l'explication de la diversité du vivant

1.3. Influence des interactions entre élèves

- Doute et besoin de savoir plus : Episode5

Cet épisode a montré l'influence de la dynamique interactionnelle sur les élèves. Au fur et à mesure des interactions verbales, il y a eu une prise de recul chez les élèves par rapport à leurs affirmations au deuxième et au troisième épisode (cf. § précédents). Les élèves ont commencé à se poser des questions et à prendre du recul par rapport au fait d'affirmer qu'il y avait une seule explication : Y aurait-il deux explications plutôt qu'une seule à la diversité du vivant ?

Des énonciations telles que « *Je suis vraiment dérangée je ne comprends pas ; Moi, je suis préoccupée par cette question. Je ne comprends pas c'est comme si, il avait deux idées, deux*

explications. Je ne me sens pas à l'aise ; Moi, je ressens qu'il y a des choses qui ne sont pas claires ; À mon avis, je crois qu'il y a une contradiction » exprime l'avènement d'un doute.

A la suite de ce doute, c'est un besoin de savoir d'avantage qu'ils expriment : « *je penserais plutôt à connaître les caractéristiques de chaque explication ; je ne connais pas bien l'explication des scientifiques ; Comment elle (diversité) a résulté ? Comment elle s'est produite ? ; Quelle est la bonne explication s'il y a de l'erreur, on veut bien être corrigé ; Je pense que nous avons besoin d'un minimum de connaissances scientifiques ; il y aurait peut-être autres phénomènes à connaître ? Je voudrais savoir s'il y a une différence parce que pour moi, il n'y a pas de différences ; Vous ne pensez pas que nous avons besoin de savoir comment se fait l'évolution ? Quels sont les mécanismes de l'évolution avant tout ?*

2. INTERVIEWS EN POST-ENSEIGNEMENT

Nous recherchons dans ces données les indicateurs d'un changement épistémologique chez les élèves, en particulier qui puissent montrer que les élèves :

- arrivent à caractériser le référentiel argumentatif scientifique de l'évolution et à le séparer du référentiel théologique (non-scientifique),
- montrent une certaine capacité à la réflexion épistémologique,
- construisent des savoirs de l'évolution et
- séparent les savoirs de l'évolution des idées fixistes créationnistes.

2.1. Analyse macroscopique

Le repérage des principaux thèmes discutés a révélé la présence de sept à huit épisodes dans les trois transcripts (Annexe10-6).

Sept thèmes sont récurrents dans les trois groupes respectifs de discussion GIb, GIIb et GIIIb (Annexe 12-3) :

- 1^{er} épisode : Expliquer la diversité du vivant par la biologie (Evolution).
- 2^{ème} épisode : Deux explications différentes de la diversité du vivant
- 3^{ème} épisode : Deux explications différentes de la diversité et deux types d'argumentations différents.
- 4^{ème} Episode : Argumenter par l'enquête et non par l'expérience en évolution
- 5^{ème} Episode : Des réponses à nos questions
- 6^{ème} épisode : Maintenant d'autres questions/ Un besoin de savoir plus.
- 7^{ème} épisode : Faut-il faire un choix entre les deux explications (retrouvé au GIIb et au GIIIb)

- 8^{ème} épisode : opinions relatives à l'enseignement suivi

2.2. Analyse microscopique

Au cours de cette analyse, nous nous sommes attachés à retrouver les indices d'un changement épistémologique chez les élèves, en particulier qui puissent montrer une capacité de séparation des référentiels argumentatifs, de réflexion épistémologique, mais aussi les indices d'une construction de savoirs de l'évolution, d'émergence de nouveaux questionnement, ainsi qu'une séparation des savoirs de l'évolution des idées fixistes créationnistes.

2.2.1. Séparation des référentiels argumentatifs : déstabilisation et identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs »

Un référentiel argumentatif scientifique

À l'inverse du pré-test, en réponse à la question : « *Comment expliques-tu, maintenant, la diversité du vivant ?* », les élèves ont utilisé un registre langagier unique, celui de la classe de biologie et de l'évolution (Figure 48 et Annexe 12-4). Au risque de confondre les interactions verbales des élèves avec une simple restitution de connaissances faisant suite à l'enseignement suivi, nous ne pouvons, à ce stade, conclure à un indice de transformation épistémologique chez les élèves.

Thème discuté	Analyse au niveau registre langagier par mots et expressions-pivots	Référentiel argumentatif
Comment expliquer la diversité du vivant ?	Réunion de plusieurs phénomènes ; Mutations ; Transformations ; Générations ; Nouvelles espèces ; Evolution au cours des générations ; ADN ; Information génétique ; Synthèse des protéines ; Réplication ADN ; Erreurs ; Gènes ; Chromosomes Méiose ; Hasard ; Espèce ; Différences au sein de l'espèce ; Transformations de la terre ; Temps anciens ; Observations ; Ressemblance ; Animaux actuels ; Fossiles ; Evolution biologique ; Ancêtre commun ; Ramifications des espèces ; Sélection naturelle ; Spéciation ; Ressemblance ; Interstérilité ; Fécondation ; Interfécondité ; Preuves anatomiques ; Comparaisons ; Animaux actuels, animaux des temps anciens ; Ressemblances ; Preuves paléontologiques ; Succession dans l'apparition des vivants ; Preuves embryologiques.	un référentiel scientifique

Figure 48. Grille de caractérisation des référentiels argumentatifs en post-enseignement.

- Deux référentiels argumentatifs différents, deux argumentations de nature différentes

C'est dans l'analyse des énoncés des élèves à la question : « *Comment réagissez-vous maintenant (après enseignement) aux affirmations de Joé Crews⁵¹ ?* » que nous avons relevé un premier indice d'un changement épistémologique chez les élèves. Nous avons relevé des connecteurs ou expressions marquant « l'opposition » et la « différence », tels que *mais, mais maintenant, alors que, tandis que, au départ, la première...la deuxième, soit ...soit*, indiquant que les élèves ont affirmé le fait de reconnaître l'existence de deux explications à la diversité du vivant. Ces explications sont différentes, du fait qu'elles relèvent de deux référentiels argumentatifs différents. Ce serait l'indice d'une identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs ».

Extrait du transcript Pg/GIb

15. Chaima : *Et nous, **au départ**, nous avons des idées d'origine religieuse. ... **Donc, la nouvelle idée** est que tous les êtres vivants ont un ancêtre commun. De là est issue la diversité. Il a donné le mécanisme de la sélection naturelle*

...

16. Asma : ... *Il y a les idées scientifiques **mais**, il y a les idées religieuses. Il y a **deux** idées. Les deux idées sont : la **première** celle de l'ancêtre commun et la **deuxième** celle que Dieu a créée les êtres vivants. Avant, nous ne pouvions pas différencier les deux. Maintenant, je pense, hein ? Que nous sommes capables de différencier les deux idées.*

...

20. Kheiri : *Euh... J'ai la parole ? Et bien !!! La diversité biologique se voit dans la nature. **Tout au départ**, pour moi, je disais que cette diversité ne pouvait être que l'œuvre de Dieu **mais maintenant**, je sais qu'il y a une **autre** explication.*

Extrait du transcript Pg/GIIb

34. Dorsaf : ***Moi avant**, je pensais que la diversité ne pouvait s'expliquer que par la création. Elle est le résultat de la seule sagesse de Dieu **mais maintenant**, je sais qu'il y a une explication scientifique, il y a des mécanismes qui expliquent cette diversité.*

...

37. Manel : *Moi, je dis que nous avons un **même** problème : C'est la question de la diversité. Il y a **deux** solutions pour ce même problème. La **première** est qu'il y a une*

⁵¹ Crews est un créationniste contemporain. Son texte prélevé dans le site (CREWS.J., 1999, <http://www.decouverte.org/doctrine/bds/evolution.html>, visité le 19 décembre 1999.) a été étudié par les élèves.

*création. Dieu a créé tous les êtres vivants. La **deuxième** est donnée par la science, il y a une évolution.*

Un deuxième indice de changement épistémologique serait que les élèves associent à la séparation entre référentiels argumentatifs, une différence relative à la nature de l'argumentation associée au référentiel.

Extrait du transcript GIb

58. Rahma : *Oui, si nous prenons les idées religieuses, nous **ne pouvons pas les discuter et les démontrer** il n'y a pas lieu de discuter **alors que** les idées scientifiques, on doit les **démontrer, les justifier, les argumenter.***

Extrait du transcript GIIIb

19. Sawsen : ... Tu sais que **la première ne donne aucune argumentation.** Les choses se sont faites ainsi, c'est l'œuvre de la création **alors que la deuxième**, les scientifiques, ils ont tout essayé pour retrouver petit à petit **des preuves, des arguments pour valider leurs idées.**

...

42. Najla : *Oui, effectivement, en épousant la démarche scientifique, on va s'orienter vers la **recherche, le questionnement, les preuves.** Vers plus d'informations, vers plus de nouvelles informations.*

43. Sawsen : *Oui, c'est ça !!!*

44. Najla : *Mais, si notre référence est la **religion**, on va **s'arrêter au niveau d'un point précis.** Un être a été créé il a été créé ainsi **on a pas à discuter de quoi que ce soit alors que l'attitude scientifique** laisse toujours une occasion pour **chercher, pour explorer, pour se poser des questions, pour aller plus loin, pour retrouver, pour continuer à chercher et retrouver** toujours plus de **nouveau.** Oui, c'est **différent.***

Conclusion : Un seul référentiel argumentatif

Si nous intégrons les différents indices d'une transformation épistémologique au cours des épisodes successifs, comme, à l'épisode 2, les élèves semblent capables de séparer les référentiels argumentatifs, de différencier les argumentations respectives, le fait qu'ils n'ont utilisé qu'un seul registre langagier pour expliquer la diversité du vivant au départ (1^{er} épisode) peut constituer un indice supplémentaire de leur transformation épistémologique et une déstabilisation et une identification éventuelles de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs ».

2.2.2. Capacité à la réflexion épistémologique

Les élèves développent à différents moments de l'interview un discours distancié.

La distanciation est manifestée par rapport à différents thèmes dont les principaux sont : explications de la diversité du vivant, nature de l'argumentation relative à la diversité du vivant, démarche argumentative de l'enquête et sa validité en tant que preuve scientifique, savoirs conceptuels de l'évolution.

- Discuter des explications de la diversité du vivant

Les exemples suivants sont intéressants parce que qu'ils montrent que les élèves tiennent un discours distancié par rapport aux deux explications de la diversité du vivant en question.

► 1^{er} exemple

Extrait du transcript Pg/GIIb

Le discours tourne autour de l'explication donnée à la diversité du vivant par un créationniste américain. Manel explique que selon la vision de ce créationniste, il ne peut y avoir changement de l'espèce.

12. Manel : Oui, il dit : « qu'un chat restera toujours un chat, les chiens sont toujours des chiens, et que les hommes restent des hommes. » Donc pour lui, l'espèce ne change pas.

C'est alors que Dorsaf, en évoquant le processus de spéciation, précise que nécessairement il doit y avoir changement chez les espèces.

13. Dorsaf : Mais, nous avons étudié la spéciation avec le cas des oiseaux. On a vu que lorsque les individus d'une population ont migré vers des milieux de vie différents. Après un certains temps, ils ont formé deux espèces différentes. Donc, il n'est pas permis de dire qu'un chat restera un chat et qu'un chien restera un chien. L'espèce change.

► 2^e exemple

Ce deuxième exemple est, particulièrement intéressant. Outre le fait de montrer que les élèves tiennent un discours distancié relatif aux explications de la diversité du vivant, il montre que certains élèves maîtrisent mieux que les autres des savoirs de l'évolution. Ils en font profiter, mutuellement, leurs camarades.

Extrait du transcript Pg/GIIIb

24. Sawsen : Comment différencier les deux. Pour nous élèves, maintenant, nous laissons l'explication créationniste de côté pour bien comprendre l'explication scientifique. Nous

avons pris du temps, pour bien étudier les idées de Darwin, pour bien analyser les preuves données en faveur de l'évolution, pour discuter, pour critiquer etc. Autre chose, que moi, j'ai oublié de dire tout à l'heure et que mes camarades n'ont pas dit. Il y a aussi, le problème de l'adaptation et le mécanisme de la sélection naturelle.

Le discours s'oriente vers les processus explicatifs de l'évolution. Ce sont d'abord les mutations qui sont évoquées par Najla et Zeineb.

55. Najla : C'est-à-dire les mutations ?

56. Zeineb : Lorsqu'il y a des mutations, les êtres changent petit à petit au cours de nombreuses générations.

C'est alors que Abdou intervient pour préciser que les mutations jouent un rôle mais grâce à la reproduction sexuée

57. Abdou : Oui, grâce à la reproduction sexuée

Sawsen intervient pour montrer que ce ne sont pas les seuls processus intervenants, il y a aussi la spéciation, la sélection naturelle.

58. Sawsen : A la spéciation, à la sélection naturelle qui favorise ou défavorise la mutation.

59. Abdou : Comme l'isolement géographique. Rappelez-vous l'exemple des oiseaux que nous avons vu. Lorsque les oiseaux se sont retrouvés dans le même milieu, ils n'ont pas pu se croiser de nouveau.

Ce discours paraît convaincre Zeineb. Elle accepte bien que l'évolution soit également applicable à l'espèce humaine.

70. Zeineb : Oui, en ayant retrouvé des explications à ces ressemblances, nous pouvons affirmer que la théorie de Darwin est juste. Même, s'il s'agit de l'homme puisque nous pouvons dire qu'à l'origine l'homme aurait pu être un singe.

Sawsen conteste l'interprétation du processus de l'évolution avancée par Zeineb.

71. Sawsen : Je crois que non.

72. Zeineb : Attention, moi je prends une attitude scientifique.

Elle tente une rectification.

73. Sawsen : Oui, moi aussi. Mais tu n'as pas encore écouté ce que j'ai à dire !!! L'homme n'était pas un singe mais, ils avaient un ancêtre commun avec le singe. Nous sommes

d'accord qu'ils se ressemblent beaucoup et qu'ils ont un matériel génétique qui est presque le même.

que Abdou explicite plus :

76. Abdou : Moi, j'ai compris ce que voulait dire Sawsen. En fait elle voulait dire qu'ils avaient un ancêtre commun qui d'un côté, il a donné une ramification : singes et de l'autre côté une autre ramification : hommes. C'est ça !!!

77. Sawsen : Moi, je vais dans le sens où, il y a une parenté entre les deux espèces.

Abir rappelle le mécanisme de spéciation qui est susceptible d'être évoqué pour expliquer la parenté entre l'espèce Homme et l'espèce Singe

78. Abir : Nous sommes, bien d'accord que par le mécanisme de la spéciation, une espèce peut donner naissance à d'autres espèces. Il me semble qu'un même mécanisme devrait avoir eu lieu pour le cas de l'homme et du singe.

- Discuter de la nature de l'argumentation relative à la diversité du vivant

Les élèves discutent en comparant les natures différentes des arguments relatifs à l'explication de la diversité du vivant.

Extrait transcript Pg/GIIIb

L'élève Abdou tient un discours qui montre un certain degré de maturité en réflexion distancié. Selon lui ce qui compte c'est de savoirs comment se sont construites les idées et comment elles sont argumentées.

*40. Abdou : Non, **ce qui compte c'est de savoir. Savoir : Comment sont faites les idées, ici ou là. Est-ce qu'il y a des arguments ?***

Il en est de même de l'élève Sawsen, qui s'engage dans une comparaison des arguments de la religion et ceux de la science

*41. Sawsen : Si, on se penche du côté de la **référence religieuse** : Tout a été créé, sous la forme où il existe là maintenant. Il est ainsi, parce qu'il a été créé ainsi nous **nous ne pouvons rien y ajouter, nous ne pouvons pas agir en quoi que ce soit telles, les choses, ont été créées, telles nous les voyons et devons les acceptées alors que si nous suivons une démarche scientifique, nous allons chercher, pourquoi les êtres sont ainsi, ils ont évolué, comment ? **Qu'est-ce qui prouve qu'ils ont évolué ? Autrement dit, nous allons, nous comporter comme les gens du domaine scientifique. Ils cherchent, ils tentent de retrouver des solutions etc.*****

- Discuter de la validité de démarche de l'enquête en tant preuve scientifique

Dans les trois groupes de discussion, à un certain moment, les élèves en arrivent à discuter de la validité scientifique de la démarche de validation de l'évolution. Nous retrouvons dans ce discours distancié, illustré par les extraits qui suivent, l'indice d'une construction de savoir sur la démarche de l'enquête appliquée à l'évolution.

Extrait du transcript Pg/GIb

L'élève Chaima ne paraît pas avoir dépassé la conception physicaliste de la science c'est-à-dire « la preuve en science ne peut être qu'expérimentale ». Selon elle, la preuve scientifique ne peut-être que l'expérience. Hormis, le savoir validé par l'expérience, le reste ne peut avoir un statut de savoir scientifique. Pour cette raison, elle explique que pour le cas de la diversité du vivant, elle est tentée de pencher, plutôt vers l'explication religieuse en raison d'un « déficit de scientificité » de la démarche de l'enquête.

23. Chaima : Pour avoir de bonnes preuves ..., il faut expérimenter. Sincèrement, sans ces preuves expérimentales, je reste hésitante entre ce qui est scientifique et ce qui est théologique.

Les élèves Asma, Kheiri et Nouha tentent d'argumenter la validité scientifique de la démarche de l'enquête en tant que démarche de validation de l'évolution du vivant.

24. Nouha : ...De plus, il (Crews) pense que les fossiles ne constituent pas de bonnes preuves au contraire, les fossiles constituent une preuve de valeur car ils ont permis de retrouver des ressemblances et de faire des comparaisons entre la vie actuelle et la vie ancienne. Ces observations montrent d'une façon claire, qu'il y a eu une évolution.

25. Kheiri : ... Ce qu'a fait Darwin est une étude sous forme d'enquête et non sous forme d'expériences. Il y a une différence entre une preuve sous forme d'une enquête et une preuve sous forme d'une expérience.

26. Chaima : Oui, mais les expériences sont toujours de bonnes preuves pour convaincre.

Pour expliquer à Chaima que l'expérimentation ne pouvait s'y appliquer, ils évoquent le « temps » en tant que facteur entravant la reproductibilité des processus évolutifs.

27. Asma : Tu réalises un peu, le temps qu'il te faut pour réaliser un phénomène évolutif ?

28. Kheiri : Dans notre cas, il faut une enquête...étude basée sur l'observation. Ce n'est pas une expérience.

- **Emergence de nouveaux questionnements**

Les élèves se posent d'autres questions relatives à l'explication de la diversité du vivant qui exprime un besoin de savoir plus. C'est comme si les élèves avaient l'air de dire : maintenant, que nous savons comment la science explique la diversité du vivant, nous voulons savoir encore plus.

Ils posent des questions telles que :

- Comment la science explique-t-elle l'origine du vivant ?

Extrait du transcript Pg/GIIb

*70. Manel : Mon problème est maintenant **qu'elle est l'origine de l'ancêtre commun** ?*

- Comment se répartissent les espèces dans le temps ?

Extrait du transcript Pg/GIIb

*70. Rahma : Comment, ils ont pu retrouver **à quelles ères géologiques**, celles du primaire ou secondaire etc. **appartiennent les différentes espèces** ?*

- Y a-t-il possibilité d'une évolution réversible ?

Extrait du transcript Pg/GIb

*79. Kheiri : De toutes les façons, on sait qu'il y a des animaux qui ont disparu, comme les dinosaures. Mais, moi, je me demande, **s'il y a la possibilité qu'ils puissent retourner vivre sur Terre** ?*

- Y a-t-il possibilité de cloner les dinosaures pour leur permettre une nouvelle vie sur terre ?

Extrait du transcript Pg/GIb

*81. Kheiri : Vous savez, maintenant, les scientifiques sont capables de faire le **clonage**. Ils **pourraient cloner les dinosaures en prélevant chez eux des cellules**.*

- Quelle est l'importance de la diversité dans le monde vivant ?

Extrait du transcript Pg/GIIIb

*68. Sawsen : Moi, je me pose une autre question. **Quelle est l'importance de la diversité** ? A mon avis, je pense que cette diversité détermine toutes les relations entre les êtres vivants : la reproduction, les chaînes alimentaires etc.*

- Y a-t-il l'éventualité d'une spéciation au sein de l'espèce humaine ? ou Comment se ferait l'évolution au sein de l'espèce humaine ?

Extrait du transcript Pg/GIIIb

82. Najla : Je me demande si l'espèce homme pourrait être un jour à l'origine d'une autre espèce ?

Ce discours distancié tenu par les élèves est porteur d'un double indice. Le premier constat est le fait que les élèves tiennent un discours distancié. Le deuxième constat est que le contenu de ce discours représente un indice d'une construction de savoir relatif à l'évolution chez les élèves : aussi bien savoir conceptuel que savoir relatif à la démarche de l'enquête appliquée à l'évolution.

2.2.3. Construction de savoirs de l'évolution et séparation des idées évolutionnistes des idées fixistes créationnistes

Le discours tenu par certains élèves montre qu'ils font une séparation entre les idées évolutionniste et les idées fixistes créationniste. Ils argumentent en référence au savoir appris en évolution du vivant au cours de l'enseignement suivi.

Extrait du transcript Pg/GIIIb

Dorsaf sépare son savoir de l'évolution des idées fixistes et ne cache pas son parti pris pour les arguments de l'évolution.

44. Dorsaf : La diversité résulte des mutations, de la spéciation et de la sélection naturelle. Ces trois mécanismes ensemble sont la cause de la diversité et de l'évolution. Je pense que ces mécanismes explicatifs sont trois arguments bien convaincants. Arguments qui sont, pour moi, plus convaincants que la création.

Inès est plus prudente. Selon elle, il faut tout simplement séparer les deux explications. Manel, aussi, est apparemment de cet avis.

45. Inès : Oui, il faut donc séparer les deux explications parce que l'une dit que les espèces sont issues d'un ancêtre commun, l'autre dit...

46. Manel : Que les espèces sont la création de Dieu. Il faut séparer pour éviter de tomber dans l'erreur.

2.2.4. Remise en question d'une conception « composite » chez certains élèves, persistance, chez d'autres

- **Remise en question d'une conception « composite »**

L'analyse fine des discours des élèves en post-enseignement montre particulièrement l'utilisation d'un seul référentiel argumentatif à la fois pour argumenter la diversité du vivant, une séparation des idées évolutionnistes des idées fixistes. Ce serait l'indice d'une déstabilisation de l'obstacle conception « composite » relative à la diversité du vivant par une remise en question chez certains élèves de cette conception initiale.

Quelques élèves l'expriment ouvertement comme en témoignent ces deux interventions :

Extrait du transcript Pg/GIb

16-Asma : ...Avant, nous ne pouvions pas différencier les deux. Maintenant, je pense, hein ? Que nous sommes capables de différencier les deux idées.

Extrait du transcript Pg/GIIb

*35-Manel : Moi, je dis que nous avons **un même problème** : C'est la question de la diversité. Il y a **deux solutions** pour ce même problème. **La première est qu'il y a une création. Dieu a créé tous les êtres vivants. La deuxième est donnée par la science, il y a une évolution.***

- Persistance de « l'amalgame des référentiels argumentatif » et d'une conception « composite »

Chez l'élève Chaima, en particulier, conception « composite » et « amalgame des référentiels argumentatifs » persistent.

A plusieurs reprises, elle dit reconnaître l'existence de deux explications : « ... *c'est qu'il y a deux idées une religieuse, une scientifique ...* » ; « ...*les deux idées sont complémentaires* » ; « *Ce sont deux idées différentes* ». Mais, réellement, Chaïma n'arrive pas à se détacher d'une conception « composite » du vivant, dans le sens où, elle pense une complémentarité explicative et argumentative des deux registres scientifique et théologique : « *Et puis, moi, je trouve que les deux idées sont complémentaires. C'est bien Dieu qui a créé l'ADN. Non ?* »

Extrait du transcript Pg/GIb

*38. Chaima : Vous savez bien qu'au départ, moi, j'ai dit que je prenais le parti de cet auteur. **Mais**, ce que je sais maintenant, c'est qu'il y a **deux idées une religieuse, une***

scientifique. Et puis, moi, je trouve que les deux idées sont complémentaires. C'est bien Dieu qui a créé l'ADN. Non ? Et, puis, ce que je ne peux pas faire maintenant, c'est dire laquelle des deux est juste.

...

67. Chaima : Moi, je me suis posée la question sur les liens entre les idées religieuses et les idées scientifiques. Ce sont deux idées différentes. D'accord, c'est bien clair. Mais, je ne me sens pas encore capable de choisir l'une des deux.

2.3. Conclusion : Plusieurs indicateurs d'un changement épistémologique

L'impact du dispositif innovant est évalué par rapport au changement épistémologique constaté chez les élèves. Ce changement, est indicateur d'une capacité des élèves à distinguer les référentiels argumentatifs scientifique et théologique (non scientifique) et à séparer explication fixiste créationniste et explication évolutionniste suivant la théorie de l'évolution.

Au cours de l'enseignement, nous avons repéré quelques indicateurs du changement épistémologique chez les élèves. Il a été possible de compléter cette évaluation par un repérage et une intégration d'autres indicateurs de changement épistémologique en post-dispositif :

- un discours distancié : réflexion, critique, autocritique, regard rétrospectif, mobilisation de réflexions épistémologiques antérieures, etc. ;
- une séparation des référentiels argumentatifs et utilisation d'un seul référentiel argumentatif à la fois : un référentiel scientifique pour l'évolution du vivant, séparation des savoirs de l'évolution des idées fixistes créationnistes, reconnaître et affirmer l'existence d'au moins deux explications différentes à la diversité du vivant ;
- construction de savoirs de l'évolution, caractérisation de la démarche de validation par enquête, discussion à propos de la preuve en science et de la validité scientifique de la démarche de l'enquête, questionnement (autres questions, des questions plus précises) ;
- remise en question d'une conception composite.

3. CHANGEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE CHEZ LES ÉLÈVES

3.1. Changement épistémologique en post-dispositif d'enseignement

Nous constatons des changements épistémologiques intervenus en post-dispositif d'enseignement. Le cas de l'élève Kheiri pourrait illustrer ce cas.

Extrait du transcript Sgc/su 1-2

Partant d'une conception physicaliste de la science : « une argumentation scientifique ne peut être qu'expérimentale », Kheiri a, fortement, contesté la légitimité scientifique de la démarche de l'enquête, comme le montre son intervention réactive à l'enseignant en apprentissage dans l'ensemble du sous-groupe classe à la sous-unité su 1-2

265. Kheiri : ***On ne peut tirer des arguments qu'à partir de l'expérience. On ne peut pas trouver des arguments sans expérience. On fait l'expérience puis on tire les arguments.***

En post-enseignement, Kheiri n'est plus de cet avis. Nous le comprenons à partir de ses interventions réactives à l'intervention suivante de Chaima.

Extraits transcript Pg/GIb

23. Chaima : *J'ai déjà dit que Darwin, nous a donné une idée, mais, j'ai dit aussi, que pour avoir de **bonnes preuves** ou les **meilleures preuves**, il faut **expérimenter**. Sincèrement, **sans ces preuves expérimentales**, je reste **hésitante** entre ce qui est scientifique et de qui est théologique.*

Kheiri explique, énergiquement, à Chaima la légitimité scientifique de la démarche de l'enquête. Il souligne les différences entre démarche expérimentale et démarche d'enquête pour tenter de convaincre sa camarade.

25. Kheiri : *Je voudrais répondre à Chaima avant. Chaima, tu as dit qu'il faut des expériences comme preuves de l'évolution. Ce qu'a fait Darwin est une étude sous forme **d'enquête** et **non** sous forme **d'expériences**. Il y a une **différence** entre une preuve sous forme d'une enquête et une preuve sous forme d'une expérience.*

26. Chaima : *Oui, mais les expériences sont toujours de bonnes preuves pour convaincre.*

...

28. Kheiri : *Dans **notre cas**, il faut une **enquête**. C'est une étude basée sur **l'observation**. Ce **n'est pas** une **expérience**.*

29. Chaima : *J'ai dit qu'on a besoin de faire des expériences.*

...

31. Kheiri : *Pour expérimenter, nous devons suivre les individus au cours de plusieurs générations. Tu sais que les caractères passent d'une génération à l'autre. Il faut beaucoup de **temps**. Donc, c'est impossible de réaliser des expériences.*

32. Chaima : *OK, je suis vaincue !!!*

33. Kheiri : *Il ne s'agit pas d'être vaincue, il s'agit d'être convaincue !!! Est-ce que tu es*

convaincue.

34. Chaima : *D'accord, je suis convaincue, maintenant, mais aussi, bien vaincue car les arguments que vous venez de me donner son forts et convaincants.*

3.2. Changement épistémologique et choix personnel

Certains élèves expriment leurs choix personnels.

Manel, Abir et Imen montrent un changement épistémologique. Elles séparent explication fixiste créationniste et explication évolutionniste et distinguent référentiels argumenatifs scientifique et théologique. En raison d'un choix personnel, elles déclarent vouloir adhérer à l'explication fixiste créationniste.

Ceci constituerait un indice supplémentaire de transformation épistémologique. Elles paraissent capables de réflexion épistémologique leur permettant de séparer les référentiels argumentatifs. En séparant, savoirs de l'évolution des idées fixistes créationniste, elles montrent qu'elles utilisent un référentiel, le scientifique, pour argumenter la diversité par la théorie de l'évolution du vivant.

Extrait du transcript Pg/GIIIb

A un certain moment (Pg su1-1), Imen a manifesté et défendu une conception créationniste fixiste de la diversité du vivant. Ici, en post enseignement, tout en précisant qu'elle est parfaitement consciente que l'évolution est une explication relevant de la science, elle exprime son choix personnel pour une conception fixiste créationniste.

27. Imen : *Effectivement, je comprends bien cela. Je reviens au scientifique pour comprendre l'évolution **mais, je veux bien garder pour moi, mes croyances.***

...

35. Imen : *Il (Crews) a **mélangé** la référence à la religion avec la référence à la science. C'est vrai que la démarche scientifique permet de bien éclairer les choses, de comprendre les choses **mais, je ne vous cache pas que par moment mes idées rejoignent un peu celles de Crews.***

36. Sawsen : *Voilà, qu'elle commence à mélanger les références scientifique et religieuse.*

37. Imen : ***Oui, je suis consciente que je suis entrain de mélanger les références. Oui, je sais que ce sont deux démarches différentes, que la démarche scientifique parait la plus juste **mais...*****

Chez Manel et Abir, c'est une transformation épistémologique, qui demeure quelque peu tronquée. Toutes deux continuent à s'imposer un choix. Selon elles, il faudrait absolument

adhérer à l'une ou l'autre explication parce que, soit l'une, soit l'autre explication, constitue une vérité.

Extrait du transcript Pg/GIIIb

Manel est consciente qu'il y a deux explications différentes de la diversité du vivant.

*35-Manel : Je ne suis pas d'accord avec toi parce que la **création** est une autre explication. Et, je pense que c'est **une explication qu'il ne faut pas laisser de côté**. Seulement, selon elle, il y a un choix à faire entre les deux parce que, nécessairement, l'une des deux est « juste », autrement dit constitue une « vérité absolue ».*

*39. Manel : Comme, il me semble qu'une question ne peut pas avoir deux solutions. Il faut **décider de celle qui est juste**.*

Il en est de même pour Abir qui s'impose, également, un tel choix.

Extrait du transcript Pg/GIIIb

*38. Abir : Moi, aussi, je dis qu'il faut chercher ce qui permet **de convaincre le plus**.*

3.3. Conclusion : Evolution globale dans l'ensemble du sous-groupe classe

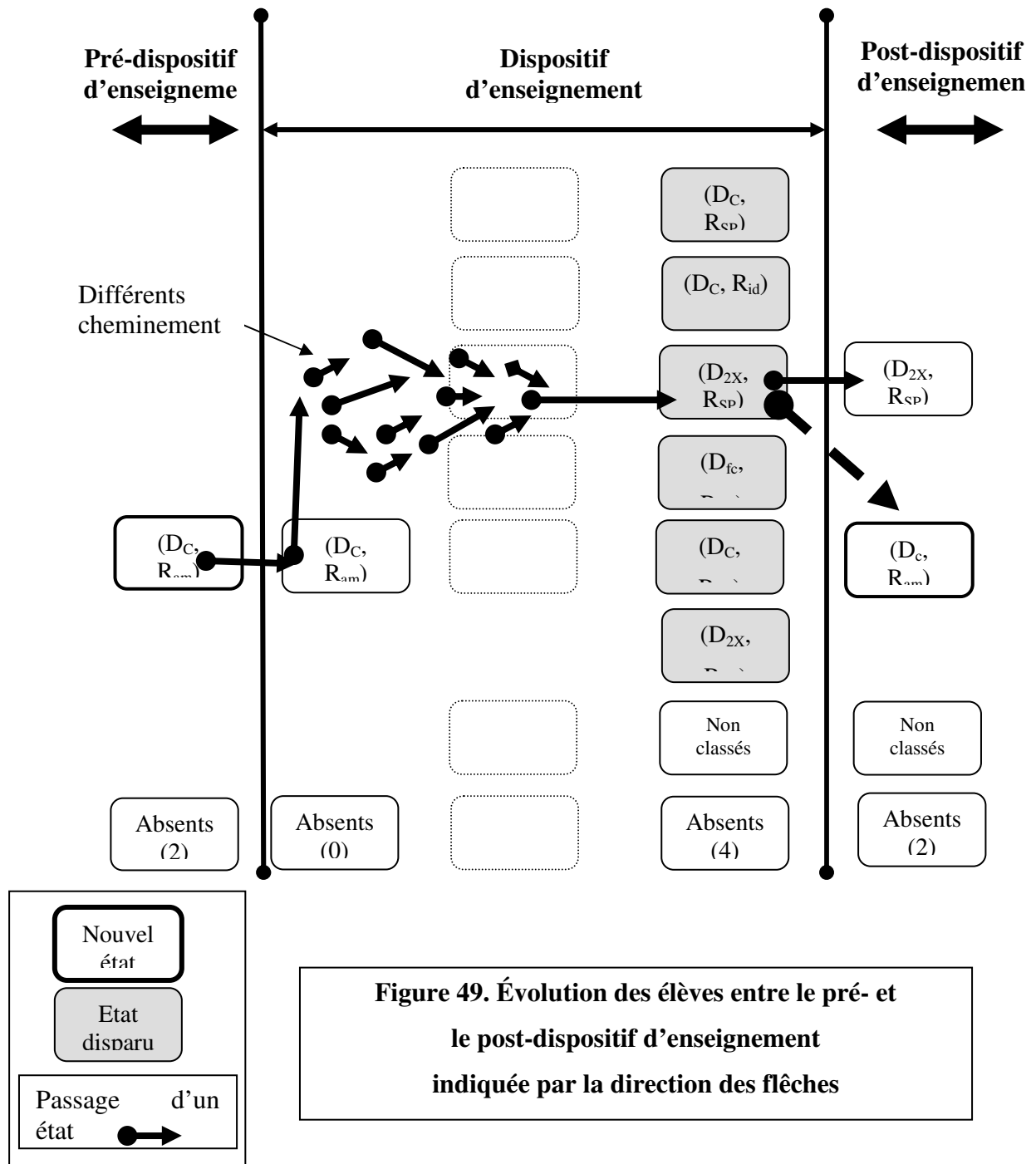
En suivant l'évolution épistémologique des élèves du sous-groupe classe entre avant et après le dispositif enseignement, nous retrouvons le résultat global suivant (Figure 49) :

- Avant le dispositif d'enseignement : 17 élèves sur les 19 participants au pré-test (deux élèves se sont absentés au pré-test) sont catégorisés (D_c , R_{am}). Ils conçoivent une explication « composite » à la diversité du vivant et l'argumente dans un référentiel argumentatif.
- Après le dispositif d'enseignement :
 - o 13 élèves sont catégorisés (D_{2x} , R_{sp}). Ces élèves semblent capables de séparer explication fixiste créationniste et explication évolutionniste de la diversité du vivant et de distinguer les référentiels argumentatifs respectifs théologique et scientifique. Ils argumentent l'explication de la diversité du vivant par la théorie de l'évolution dans le référentiel scientifique.
 - o une élève est catégorisée (D_c , R_{am}). Chaima revient à l'état initial, elle reconnaît la présence de deux explications, mais elle considère qu'elles sont complémentaires et les argumente dans un référentiel amalgamé.
 - o Nous avons une perte d'informations pour cinq élèves en raison d'une participation très réduite aux interactions verbales (non classés) ou en raison d'une absence (absents).

Le changement épistémologique constaté est susceptible de constituer un indicateur, en post-dispositif de l'enseignement de l'évolution, d'une déstabilisation et d'une identification de l'obstacle « amalgame des référentiels argumentatifs » et de l'obstacle sous-jacent conception « composite ».

Le résultat de notre recherche est, certes, ponctuel, mais assez intéressant dans le sens où il montre qu'il y a possibilité d'intervenir pour aider à la déstabilisation et identification des obstacles « amalgame des référentiels argumentatifs » conception « composite ».

En outre, il ne prétend aucunement à leur dépassement. Ici le cas de l'élève Chaima devient très intéressant. En suivant l'évolution de cette élève au cours du dispositif d'enseignement, nous retrouvons qu'elle a été, parmi les premiers et rares élèves du sous-groupe classe, à être catégorisée (D_{2x} , R_{sp}). Elle y est restée jusqu'à la fin du dispositif (Figure 40). En post-enseignement Chaima retourne à l'état initial (D_c , R_{ram}), soit une conception « composite » et un amalgame de référentiels. Ceci signifie que le changement épistémologique constaté au cours de l'enseignement n'est qu'apparent. Nous avons une preuve de résistance des obstacles à leur traitement (Astolfi et Peterfalvi, 1997).



E. Analyse critique du dispositif d'enseignement et discussion par rapport à des possibilités de généralisation

La présente recherche s'inscrit dans une perspective curriculaire. Elle propose une action sur l'enseignement de l'évolution en Tunisie.

C'est une proposition innovante sous forme d'un dispositif d'enseignement de l'évolution, mise à l'essai et évaluée. Le dispositif traite d'obstacles au statut scientifique de l'évolution du vivant en Tunisie par un accompagnement épistémologique en contexte interactionnel. Il introduit des réflexions épistémologiques en débats de classe autour de savoirs de méthodologie de validation par enquête et de savoirs conceptuels de l'évolution.

Nous discutons cette innovation par rapport à l'essai réalisé et par rapport à des possibilités de généralisation.

I. MISE A L'ESSAI DE LA PROPOSITION INNOVANTE

Les actions sur l'enseignement de type conception, mise à l'essai et évaluation sont des actions ponctuelles. Elles présentent, certes, des avantages, mais nécessairement, des limites.

Les limites se retrouvent à l'échelle de la conception, de la construction, de la mise en œuvre du dispositif d'enseignement et de leurs conséquences constatées à partir des résultats obtenus.

1. CONCEPTION ET CONSTRUCTION DU DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT

C'est une conception qui se base sur un traitement d'obstacles se réduisant à une déstabilisation et une identification des obstacles. Ce qui ne peut signifier leur dépassement. En effet, un dépassement d'obstacle est une action qui nécessite, d'une part, plusieurs tentatives et d'autre part, ces tentatives devraient s'étaler sur plusieurs thèmes. Ceci nécessite un échelonnement dans le temps scolaire (durée de tout un thème, de plusieurs thèmes, une année scolaire, voir plusieurs années scolaires).

La conception de notre dispositif se restreint à l'explication de la diversité du vivant en lien avec la théorie de l'évolution, elle ne peut prétendre à un objectif de dépassement d'obstacles.

La construction du dispositif est contextuée car les obstacles ciblés sont spécifiques du contexte socio-culturel et scolaire scientifique tunisien. Ils sont traités par un

accompagnement épistémologique contextué qui intègre des réflexions épistémologiques interactionnelles en débats de classe sur les critères de scientificité de l'évolution du vivant.

Le choix d'une déstabilisation et d'une identification des obstacles par des réflexions épistémologiques limite les possibilités de généralisation du dispositif, du fait que, la tenue d'un discours distancié épistémologique nécessite un certain niveau de maturité intellectuelle chez les élèves.

Néanmoins, une initiation aux différentes étapes d'une démarche scientifique, aux démarches de validation expérimentale et par enquête en biologie peut être envisagée dès le collège.

Aussi, instaurer des réflexions épistémologiques en débats de classe exige de l'enseignant des compétences épistémologiques et de gestion interactionnelle de la classe.

Autre particularité du dispositif, les débats de classe sont directement suivis par des apprentissages dans l'ensemble du sous-groupe classe, sans production d'un rapport unique par groupe d'élèves. Cette façon de faire a libéré les élèves d'un certain conformisme scolaire. Les élèves ne se sont pas sentis obligés de ressortir avec les mêmes idées, à la fin de leurs discussions de groupe. Ceci a permis de repérer des spécificités individuelles.

2. MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF ET DEROULEMENT DE L'ENSEIGNEMENT

Au cours de la mise à l'essai, nous avons eu des écarts par rapport au prévu dans les conditions de mise en œuvre et le déroulement de l'enseignement.

Concernant les conditions de mise en œuvre, les écarts constatés sont inhérents au dispositif de recherche qui a introduit une certaine souplesse dans la mise en œuvre. Ils paraissent gérables dans des conditions de classe usuelle (cf. Deuxième partie. B.).

Concernant le déroulement, plusieurs facteurs entrent en jeu dans les écarts constatés par rapport aux tâches consignées. Plusieurs paramètres introduits dans la construction du dispositif ont constitué des nouveautés pour les élèves en classe de biologie : les débats de classe, le discours distancié, les réflexions épistémologiques, l'analyse de textes, l'enseignant médiateur.

Les écarts, les plus notables, par rapport aux tâches consignées est constaté au cours de l'analyse des textes. Nous avons retrouvé des activités très diversifiées qui, dans certains cas, s'écartaient largement de la tâche demandée. Les élèves ont difficilement géré l'analyse des textes. Par ailleurs, les textes, notamment ceux relatifs à Darwin, ont fortement influencé les élèves, ils en sont restés, en post-enseignement des faits et mécanismes, à l'étape

darwinienne. En outre, les textes arabes des penseurs arabo-musulmans ont, significativement, aidé à la déstabilisation des obstacles.

II. POSSIBILITES DE GENERALISATION

Les mises à l'essai de proposition d'action sur l'enseignement sont ponctuelles, mais elles se distinguent par l'avantage d'offrir des ouvertures sur des possibilités de généralisation.

L'innovation proposée ouvre plusieurs possibilités de généralisation dont quelques unes sont tributaires des spécificités du contexte tunisien.

1. POSSIBILITES DE GENERALISATIONS TRIBUTAIRES DU CONTEXTE TUNISIEN

Ce sont des possibilités de généralisation qui pourrait se trouver dans l'enseignement secondaire et supérieur et éventuellement en formation d'enseignants.

L'accompagnement épistémologique comme éventualité pour déstabiliser et identifier des obstacles au statut scientifique de l'évolution peut être translater à :

- - l'enseignement supérieur et en formation d'enseignants SVT du secondaire ;
- - d'autres obstacles relatifs à des contenus d'enseignement ayant un statut scientifique fragilisé. Nous pensons à des thèmes comme « l'origine de la vie », « la procréation assistée avec donneur anonyme », « le clonage » etc.

2. AUTRES POSSIBILITES DE GENERALISATION

La généralisation est envisageable à l'échelle de différents cadres théoriques.

- L'accompagnement épistémologique peut être considéré comme stratégie de traitement d'obstacles où les réflexions épistémologiques deviennent une aide pour une déstabilisation et une identification d'obstacles ;
- Les interventions de l'enseignant sous un mode à dominante de médiation peut constituer une aide et incitation au discours distancié en débat de classe de biologie ;
- Le discours distancié en débats de classe autour de référents empiriques de biologie peut constituer une aide à la construction de savoirs biologiques.

**DISCUSSION GÉNÉRALE,
PERSPECTIVES ET CONCLUSION**

I. DISCUSION GENERALE

Dans la première partie de notre recherche, nous avons analysé des contenus de programmes d'enseignement de l'évolution au secondaire et à l'université en Tunisie. Nous y avons retrouvé une des raisons d'une précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution, à savoir une centration sur des contenus conceptuels aux dépens de contenus méthodologiques relatifs à la démarche de l'enquête. Il serait pertinent de rechercher d'autres raisons à cette précarité, en élargissant le champ d'analyse aux contenus de l'ensemble des programmes des sciences de la vie, aux contenus des manuels scolaires et éventuellement aux méthodes d'enseignement.

L'apport majeur de notre recherche se matérialise dans la possibilité d'un traitement d'obstacles au statut scientifique de l'évolution du vivant par un accompagnement sous forme d'incitation à des réflexions épistémologiques.

Grâce à de tels résultats, notre étude rejoint d'autres recherches qui proposent des approches épistémologiques sur la science et les méthodologies des sciences, comme moyen de remédiation dans les enseignements de l'évolution du vivant (Scharmann et Harris, 1992 ; Duven et Solomon, 1994 ; Smith, 1994 ; Cobern, 1994 ; Zuzovsky, 1994 ; Rudolph et Stewart, 1998 ; Sandoval et Morrison, 2003 ; Crawford et *al.*, 2005).

Notre recherche est qualitative, c'est une étude de cas contextualisée et ponctuelle, elle ne peut prétendre à une généralisation de ses résultats dans l'absolu. Nous avons deux principaux types de limites qui concernent la mise en œuvre du dispositif d'enseignement et la méthodologie d'analyse des données empiriques.

- **Des limites dans la mise en œuvre du dispositif d'enseignement**

Nos résultats peuvent avoir été influencés par un facteur nouveauté. Toutes les nouveautés introduites par le dispositif de recherche, à savoir : l'enseignant étranger à la classe, la stratégie d'enseignement, le comportement de l'enseignant, auraient fait que les élèves se seraient impliqués davantage.

Le dispositif d'enseignement a pu être contaminé par le dispositif de recherche. L'interview en pré-dispositif a influencé, la première phase de diagnostic des conceptions.

Pour des raisons déontologiques, la mise en œuvre a été faite dans des conditions très proches des conditions d'enseignement usuel, mais pas totalement car la disponibilité totale des élèves a été un facteur difficile à gérer.

- **Méthodologie d'analyse des données empiriques**

Nous avons constaté des difficultés à l'analyse des interactions langagières verbales. Souvent, nous avons été conduit à imbriquer ou à combiner plusieurs types d'analyses pour dégager nos résultats.

II. PERSPECTIVES

Notre recherche est ponctuelle, mais elle offre des possibilités d'ouverture. Deux axes de perspectives se présentent à nous : des visées d'interventions et des visées de recherche.

- **Perspectives d'interventions**

Ces perspectives sont envisagées comme une aide à la réflexion lors de renouvellements curriculaires au secondaire et à l'université ou comme aide pour la formation des enseignants SVT du secondaire.

Au secondaire, pour préparer l'enseignement de l'évolution, il serait envisageable :

- d'introduire une perspective évolutionniste dans l'enseignement de biologie dès le collège.
- de prévoir un enseignement relatif à la démarche de validation par enquête d'une manière équivalente à celui de la démarche expérimentale. Il serait, également, possible de l'entreprendre dans une perspective transversale, par rapport à la géologie par exemple.

Au supérieur, il serait envisageable de :

- généraliser la perspective évolutionniste à l'ensemble des enseignements des sciences de la vie.
- généraliser l'enseignement de l'évolution du vivant à toutes les institutions d'enseignement supérieur susceptibles de former des étudiants futurs professeurs de l'enseignement secondaire en SVT.
- adapter l'innovation conçue à l'enseignement supérieur, en particulier l'accompagnement épistémologique, en créant ou en réintroduisant un module d'histoire et d'épistémologie de la biologie (des sciences).

En formation d'enseignants de SVT du secondaire, il serait envisageable de :

- proposer une formation fondamentale sur le thème de l'évolution, sur la perspective évolutionniste et la démarche de l'enquête comme méthodologie de validation en biologie.

- adapter l'innovation conçue pour une formation d'enseignants. Une application de la stratégie de l'accompagnement épistémologique en débat de classe nécessite une formation en épistémologie de la biologie. Il y aurait à proposer une formation en épistémologie et en histoire des sciences et de la biologie.

Elle nécessite également une compétence professionnelle en gestion interactionnelle de la classe. Il y aurait à initier les enseignants au mode d'intervention pédagogique en tutelle et/ou médiation.

- **Perspectives-recherche**

Nous avons des perspectives recherche à court terme et à long terme.

- *Perspectives à court terme*

Une conception « adaptationniste » s'est manifestée chez tous les élèves du sous-groupe classe en pré-dispositif, et à plusieurs reprises au cours du dispositif : les élèves attribuent les transformations de l'espèces à un besoin adaptatif provoqué par des facteurs de l'environnement extérieur. Il a été prévu, au cours de l'enseignement des faits et des mécanismes de l'évolution (deuxième séquence), un traitement de l'obstacle sous jacent à la conception « adaptationniste », que nous avons appelé « volonté adaptative ». Comme nous l'avons annoncé, ce travail constitue en lui-même une recherche à part entière, où il est question de traiter un obstacle en biologie par des réflexions épistémologiques. L'analyse des données relatives au traitement de l'obstacle « volonté adaptative » sera parmi nos projets immédiats.

- Perspectives à long terme

Nous envisageons trois orientations de recherche qui découlent directement des résultats de l'innovation que nous avons mis à l'essai.

- Une orientation de recherche où l'accompagnement épistémologique constitue un moyen de déstabilisation et d'identification d'obstacles en biologie.
- Une orientation de recherche où l'accompagnement épistémologique aide à promouvoir au statut scientifique d'un thème à statut scientifique précaire. Nous pensons, immédiatement, au thème de l'« Origine de la vie », d'ailleurs suggéré par les élèves du sous-groupe classe. L'accompagnement épistémologique inclut des réflexions sur la démarche de validation par enquête.

- Une orientation de recherche à perspective curriculaire. Il s'agit d'introduire une initiation à la perspective évolutionniste dès le collège, pour préparer l'enseignement de l'évolution du vivant où nous comptons entreprendre une construction de documents de formations pour les enseignants SVT.

III. CONCLUSION

Cette recherche a pris naissance suite au constat d'une précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution en Tunisie. Nous avons retrouvé une première raison à cette précarité dans l'influence du milieu socio-culturel tunisien, arabo-musulman, en conséquence d'une conception concordiste qui considère une entente entre religion et science. Seulement, une conception concordiste revient à une méconnaissance des méthodologies des sciences. Nous avons retrouvé, une seconde raison, non moins importante. C'est une déficience de formation scientifique en méthodologie de validation par enquête appliquée à l'évolution, chez les élèves, chez les étudiants et chez les enseignants de SVT du secondaire. Elle se retrouve dans l'enseignement scientifique de l'évolution du vivant qui est centré sur un enseignement des contenus conceptuels de l'évolution aux dépens de celui relatif aux méthodologies de validation par enquête.

Nous nous sommes posé la question suivante : si nous tenons compte des raisons de la précarité du statut scientifique de l'enseignement de l'évolution, et particulièrement, des manques en formation en méthodologie de validation par enquête, y aurait-il possibilité de militer à ce statut scientifique par l'intermédiaire de son enseignement ? Pour répondre à cette question, nous avons proposé une action innovante sur l'enseignement de l'évolution en Tunisie sous forme d'un dispositif d'enseignement.

Nous avons diagnostiqué deux principaux obstacles au statut scientifique de l'évolution. Le premier correspond à une conception « composite » de l'explication de la diversité du vivant. Les élèves tunisiens expliquent et argumentent la diversité du vivant de façon conjointe par l'œuvre divine et par les processus biologiques et évolutifs de la théorie de l'évolution. Ils amalgament deux référentiels argumentatifs différents, d'une part, le référentiel scientifique et, d'autre part, le référentiel théologique. Le deuxième obstacle paraît un amalgame des référentiels argumentatifs issu d'une conception concordiste considérant une équivalence argumentative aux deux référentiels scientifique et théologique.

Pour la conception et la construction du dispositif d'enseignement, nous avons choisi un cadre théorique de traitement d'obstacles au statut scientifique de l'évolution, avec les choix : d'un

cadre épistémologique de réflexions distanciées épistémologiques, un cadre psychologique socioconstructiviste interactionnel, un cadre pédagogique d'intervention de l'enseignant en tutelle et/ou médiation et un cadre communicationnel interactionnel qui s'accorde avec une dimension sociale interactionnelle. Ces choix théoriques traduisent l'instauration de réflexions épistémologiques interactionnelles en débats de classe qui accompagnent une construction de savoirs méthodologiques de validation par enquête et de savoir conceptuels de l'évolution. Nous avons conçu un accompagnement épistémologique qui œuvre à la clarification des caractéristiques du référentiel argumentatif scientifique afin de le distinguer d'un référentiel non scientifique tel un référentiel théologique.

L'ensemble revient à un traitement d'obstacles au statut scientifique de l'évolution par un accompagnement épistémologique à la construction de savoirs de méthodologie de validation par enquête appliquée à l'évolution et de savoirs conceptuels de l'évolution, en débats de classe. L'objectif d'un tel traitement d'obstacles est un changement épistémologique chez les élèves qui consiste en une clarification du référentiel argumentatif scientifique et en une construction de savoirs de l'évolution, séparément des idées fixistes créationnistes.

Le dispositif d'enseignement a été soumis à une évaluation interne, en tant que dispositif d'enseignement, et à une évaluation externe comparative entre pré et post-dispositif.

Les résultats retrouvés montrent une fécondité de nos choix théoriques aux traitements d'obstacles par accompagnement épistémologique en débats de classe de biologie.

L'engagement interactif des élèves et de l'enseignant dans les débats de classe paraît manifeste. Ceci a permis aux élèves de s'investir dans l'accomplissement de leurs différentes tâches. Ils ont eu des activités langagières verbales intenses et diversifiées qui traduisent des écarts par rapport aux tâches prescrites.

Les interventions de l'enseignant, à dominante de médiation, diversifiés, nuancés et souvent ajustés aux réponses des élèves, ont favorisé une réflexion interactionnelle distanciée.

Nous avons retrouvé deux niveaux de distanciation chez les élèves. Le premier est un discours réflexif et critique par rapport aux données des documents à étudier, des idées des auteurs, des scientifiques, etc. Le deuxième niveau de distanciation, plus élevé que le premier, s'est développé chez les élèves au fur et mesure des interactions verbales. Ils sont devenus autocritiques en remettant en question leurs propres idées et leurs façons de penser.

Ainsi, une sensibilisation à la réflexion épistémologique, entretenue par les interventions de l'enseignant a montré un développement manifeste de réflexions épistémologiques chez les élèves.

Nous avons évalué l'impact du traitement des deux obstacles conception « composite » et « amalgame des référentiels argumentatifs » chez les élèves par un repérage d'un changement épistémologique. Nous avons recherché des indicateurs du changement épistémologique, aussi bien à l'évaluation interne qu'à l'évaluation externe du dispositif d'enseignement.

Au cours de l'enseignement, le changement épistémologique s'est produit graduellement, avec des passages par des états intermédiaires ou par des allers retours sur l'état initial, en fonction des différentes tentatives de déstabilisation et d'identification des deux obstacles. Mais, il est apparent que l'évolution des élèves vers un changement épistémologique est individuelle.

Les élèves ont commencé par rapporter les différences dans la nature de l'argumentation accompagnant les explications de la diversité du vivant à des différences relatives aux référentiels argumentatifs. Ils ont alors commencé à associer au référentiel argumentatif scientifique des critères de scientificité qui le distinguent d'un référentiel théologique (non scientifique). Ensuite, ils ont associé une démarche de validation par enquête au facteur « temps » et à une non reproductibilité des processus évolutifs.

Une construction de savoirs relatifs à une démarche de validation par enquête, appliquée à l'évolution du vivant, a constitué un premier indicateur de changement épistémologique chez les élèves. C'est une caractérisation du référentiel scientifique de l'évolution à travers des spécificités d'une méthodologie d'enquête, qui a été complété par l'enseignement des faits et mécanismes de l'évolution. Le deuxième indicateur : suivant nos choix pédagogiques, les élèves reconnaissent l'existence de deux explications à la diversité du vivant leur correspondant deux référentiels argumentatifs respectifs distincts, avec une distinction des savoirs de l'évolution du vivant des idées fixistes créationnistes.

Ce changement épistémologique pourrait indiquer une déstabilisation des obstacles conception « composite » et « amalgame des référentiels argumentatifs » et leur identification, suite à un accompagnement épistémologique de l'enseignement de l'évolution du vivant, mais il ne prétend aucunement à leur dépassement.

Une caractérisation du référentiel scientifique de l'évolution du vivant et une distinction des savoirs de l'évolution des idées fixistes permettraient un enseignement de l'évolution en tant que science historique faisant partie intégrante des sciences biologiques.

C'est une action qui aiderait à promouvoir le statut scientifique de l'enseignement de l'évolution.

BIBLIOGRAPHIE

ABD-EL-KHALICK, F. (2005). Developing deeper understanding of nature of science : the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers'views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, Vol.27 (1), 15-42.

ALEXANDER, D. (2001, trad. fr. 2004). *Science et foi. Evolution du monde scientifique et des valeurs éthiques*, Paris : Frisson-Roche.

ALLEGRE, C. (1997). *Dieu face à la science*. Paris : Fayard.

AROUA, S., (2003). Débat et argumentation autour de la diversité du vivant chez des élèves de terminales sciences expérimentales. *Revue de la Faculté des Sciences de Bizerte*, 2, 128-137.

AROUA, S., COQUIDE, M., & ABBES, S. (2001). Les rapports d'élèves tunisiens à l'évolution biologique et leurs référentiels d'argumentations. In *Actes des Deuxièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST -Actualité de la recherche en didactique des sciences expérimentales et des techniques-(177-187)*. Skolé, Numéro hors série.

AROUA, S., COQUIDE, M., & ABBES, S. (2002). L'évolution biologique : Conceptions et rapport au savoir d'élèves tunisiens. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds.), *Actes des XXIVes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifique et industrielle -Des cultures, des techniques, des sciences-* (pp.265-268). Paris : DIRES.

AROUA, S., COQUIDE, M., & ABBES, S. (2005). Faut-il former les enseignant à l'épistémologie de la biologie ? : Cas de l'évolution biologique. *Revue de la Faculté des sciences de Bizerte*, 4, 49-55.

ARTIGUE, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactiques des Mathématiques* 9(3), 281-308. Grenoble : La pensée sauvage.

ASTER N°37. (2003). *Interactions langagières 1*. Paris : INRP.

ASTER N°38. (2003). *Interactions langagières 2*. Paris : INRP.

ASTOLFI, J-P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue Française de Pédagogie*, 103, 5-18.

ASTOLFI, J-P., & PETERFALVI, B. (1997). *Stratégies de travail des obstacles : Dispositifs et ressorts*. Aster 25,193-215.

- AUDIGIER, F., & FILLON, P. (1991). *Enseigner l'histoire des sciences et des techniques : Une approche pluridisciplinaire*. Paris : INRP.
- AUSTIN, J.L. (1962). *Quand dire, c'est faire* (Trad. fr. 1970). Paris : Editions du Seuil.
- AZOUNA, A. (1999). نظرية التطور لدى العلماء المسلمين (La théorie de l'évolution chez les savants musulmans) . *الحياة الثقافية*. 24 (107), 50-58.
- BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique* (Ed., 1993). Paris : J. VRIN.
- BACHMANN, C., LINDENELD, J., & SIMONIN, J. (1981). (Eds.). *Langage et communications sociales*. Paris : Hatier.
- BAJA, R. (1969). *La méthode biologique : Textes choisis*. Paris : Masson et Cie Editeurs.
- BAKHTINE, M. (1979). *Esthétique de la création verbale* (Trad.fr. 1984). Paris : Gallimard.
- BARDIN, L. (1977). *L'analyse de contenu* (4è éd.1986). Paris : PUF.
- BAUTIER, E. (2001). Pratiques langagières et scolarisation. *Revue française de Pédagogie*, 137, 117-161.
- BEAUFILS, D. (1999). Savoirs et savoir-faire associés à l'utilisation d'instruments informatisés dans des activités de travaux pratiques de physique. *Aster*, 28, 131-147.
- BEN HALIMA, R. (2001). *Regard sur la théorie de l'évolution de Darwin*. Consulté le 20 août 2005 sur http://oumma.net/article.php3?id_article=170
- BERENDONNER, A. (1990). Système et interactions. In A. Berrendonner & H. Parret (Eds), *L'interaction communicative* (pp.5-16). Berne : Peter Lang.
- BERTEN, A. (1999). Dispositif, médiation, créativité : Petite généalogie. *HERMES*, 25, *Cognition, Communication, Politique*, 33-45. Paris : CNRS Editions.
- BISCHOP, B.A., & ANDERSON, W.A. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of research in science teaching*, 27(5), 415-427.
- BIZZO, N.M.V. (1994). From down house Landford to Brazilian high school students : What has happened to evolutionary knowledge on the way ?. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 537-556.
- BOILEVIN, J-M. (2000). *Conception et analyse du fonctionnement d'un dispositif de formation initiale d'enseignants de physique-chimie utilisant des savoirs issus de la recherche*

en didactique : un modèle d'activité et des cadres d'analyse des interactions en classe. Thèse de Doctorat publiée, Université d'Aix-Marseille1. Provence. 272 pages.

BRONCKART, J-P. (1997). Action, discours et rationalisation : L'hypothèse développementale de Vygotski revisitée. In C.Moro, B. Schneuwly & M. Brossard, *Outils et signes : Perspectives actuelles de la théorie de Vygotski.*

BRONCKART, J-P., & al. (1985). *Le fonctionnement des discours. Un modèle psychologique et une méthode d'analyse.* Paris, Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

BROUSSEAU, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 7(2), 33-112. Grenoble : La pensée sauvage.

BUCAILLE, M. (1976). *La Bible, le Coran et la Science* (15^{ème} édition, 2002). Paris : Seghers.

BUICAN, D. (1995). *L'évolution biologique.* Paris : Hachette.

CANGUILHEM, G. (1965). *La connaissance de la vie* (réed. 1992). Paris : J.Vrin

CANGUILHEM, G. (1994). *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences concernant les vivants et la vie : Problèmes et controverses.* (7^è.Ed). Paris : J.Vrin.

CANGUILHEM, G. (1974). *Vie.* Encyclopedia Universalis 10 [DVD] (réed. 2004).

CHABCHOUB, A. (2001). Rapports aux savoirs scientifiques et culture d'origine. In B. charlot (s.dir.), *Les jeunes et le savoir*, (pp.117-131), *Perspectives internationales.* Paris : Anthropos

CHALINE, J. (1999). *Les horloges du vivant : Un nouveau stade de la théorie de l'évolution ?.* Paris : Hachette.

CHALMERS, A. (1976). *Qu'est-ce que la science ?* (Trad.fr. 1987). Paris : La Découverte.

CHARTIER, A-M. (1999). Un dispositif sans auteur : Cahiers et classeurs à l'école primaire. *HERMES*, 25, *Cognition, Communication, Politique*, 207-218. Paris : CNRS.

CLEMENT, P. (2000). Méthodologie des recherches en didactique des sciences : Recueil et analyse des données. In *Actes de la Première Biennale du Réseau Marocain de Didactique des sciences* (131-144). Fès : Faculté des sciences et Dar El Mehras et ENS de Fès.

COBERN, W.W. (1994). Point: Belief, understanding, and the teaching of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 583-590.

- COLL, C. (1998). La construction de la connaissance à l'école : conditions et limites d'une intégration théorique. In M. Brossard & J. Fijalkow. (s.dir), *Apprendre à l'école : Perspectives piagétienne et vygotskiennes*, (pp.17-26). Bordeaux : Presses Universitaires de Bordeaux.
- COMTE, A. (1994). *Discours sur l'esprit positif*. Tunis : cérés.
- COQUIDE, M. (2000). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'Habilitation à diriger les Recherches non publié, Université de Paris-Sud. 198 pages.
- COQUIDE, M. (2001). *Les démarches*. Consulté le 21 juillet 2001 sur <http://www.parcours-diversifies.scola.ac-paris.fr/les-démarches.htm>
- COQUIDE, M. (2003). Face à l'expérimental scolaire. In J-P. Astolfi. (s.dir), *Education, formation : nouvelles questions, nouveaux métiers*. (pp. 153 -180). Paris : ESF.
- CRAWFORD, B-A, & al. (2005) Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of research in science teaching*, Vol.42(6), 613-637.
- DAGHER, Z.R., & BOUJAOUDE, S. (2005). Students' perceptions of the nature of evolutionary theory. *Science Education*, 89, 378-391.
- DAGHER, Z., & BOUJAOUDE, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: the case of biological evolution. *Journal of research in science teaching*, 34(5), 429-445.
- DARWIN, C. (1973). *L'origine des espèces*. Belgique : Marabout.
- DAVID, P., & SAMADI, S. (2000). *La théorie de l'évolution : Une logique pour la biologie*. Paris : Flammarion.
- DAWES, L. (2004). Talk and learning in classroom science. *International Journal of science education*, vol.26 (6), 677-695.
- DELSOL, M. (1998). Evolution et religions. In H. Le Guyader. (s.dir), *L'évolution* (pp. 15-17). Paris : Pour La Science.
- DEMASTES, S., GOOD, R., & PEEBLES, P. (1995). Students' conceptual ecologies and process of conceptual change in evolution. *Science Education*, vol.79 (6), 637-666.
- DEMOUNEM, R., & ASTOLFI. J-P. (1996). *Didactique des sciences de la vie et de la terre*. Paris : Nathan.

- DESSUS, P., & SYLVESTRE, E. (2003). Transposition d'une tâche en activité. *Résonances*, 5, 8-9, consulté le 25 juin 2005 sur <http://www.upmf-grenoble.fr/sciedu/pdessus/reson03.PDF>
- DEVELAY, M. (1989). Sur la méthode expérimentale. *Aster* 8, 3-15.
- DEVELAY, M. (1994). *Peut-on former les enseignants ?*. Paris: ESF.
- DEVELAY, M. (1996). *Donner du sens à l'école*. Paris : ESF.
- DRIVER, R., NEWTON, P., & OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, Vol.84 (3), 287-312.
- DUMAS-CARRE, A., & GOFFARD, M. (1998). Objectivation des pratiques de tutelle d'un enseignant au cours de séances de résolution de problèmes en physique. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais. (s.dir), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (chap.8. pp.146-155. Berne : P. Lang.
- DUMAS-CARRE, A., & WEIL-BARAIS, A. (2000, novembre). *Analyse du travail de jeunes élèves au cours d'activité scientifique : Dynamique des échanges et conceptualisation des élèves*. Communication présentée aux Journées d'études franco-québécoises : Recherche sur les pratiques effectives, Toulouse, France.
- DUMAS-CARRE, A., & WEIL-BARAIS, Y., (1998) (s.dir), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne : P. Lang.
- DUVEEN, J., & SOLOMON, J. (1994). The great evolution trial : Use of role-play in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (6), 575-582.
- EL JAHIDH. (775-868) كتاب الحيوان (*Le livre de l'animal*) (Ed.1969). Lobnen, Beiryout : Manchourat elmajmaa elilmi elarabi alislami
- FACULTE DES SCIENCES DE TUNIS. (198 ?). *Programmes des études du premier cycle*. Tunis : FST. (Documents internes à la Faculté des Sciences de Tunis)
- FACULTE DES SCIENCES DE TUNIS. (1991-92, 1992-1993). *Programmes des études du second cycle*. Tunis : FST. (Documents internes à la Faculté des Sciences de Tunis).
- FACULTE DES SCIENCES DE TUNIS. (1994). *Modalités d'application des Arrêtés du 11 mai 1994 fixant le régime des études et les conditions d'obtention des diplômes dans les 1er et 2ème cycles universitaires*. Tunis : FST.
- FAVRE, D. & RANCOULE, Y. (1993). Peut-on décontextualiser la démarche scientifique. *Aster*, 16, 29-46. Paris: INRP.

FAVRE, D. (1992, janvier). *L'introduction de la démarche scientifique dans l'acte pédagogique peut-il favoriser l'acquisition de nouvelles représentations ?* Communication présentée aux Journées du GRIFE, Montpellier, France.

FAVRE, D., & RANCOULE, Y. (1992), Modéliser la démarche scientifique pour pouvoir l'enseigner. In A. Giordan., J-L. Martinand., D. Raichvarg. (Eds.), *Actes des XIVes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifique et industrielle* (pp. 221-226). Paris : DIRES.

FERRARI, M., & CHI, M-T.H. (1998). The nature of naive explanation of natural selection, in *The international journal of science education*, Vol.20, 1231-1256.

FIJALKOW, J., & NAULT, T. (Eds). (2002). *La gestion de la classe*. Bruxelles : De Boeck.

FILLON, P. (1991). Histoire des sciences et réflexion épistémologique des élèves. *Aster*, 12, 91-120.

FORTIN, C. (1990). L'évolution : un mythe, une doctrine ou une science ? In A. Giordan., J-L. Martinand., D. Raichvarg. (Eds.), *Actes des XIIes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifique et industrielle* (pp. 357-362). Paris : DIRES.

FORTIN, C. (1993). *L'Évolution : Du mot aux concepts, Etudes épistémologiques sur la construction des concepts évolutionnistes, et les difficultés d'une transposition didactique adéquate*. Thèse de doctorat. Université Paris VII, Paris. 256 pages.

FOUCAULT, M. (1994). *Dits et écrits* (Vol.3). Paris : Gallimard.

FRANCOIS, F., & al. (1990). *La communication inégale : Heurs et malheurs de l'interaction verbale*. Neuchâtel-Paris : Delachaux et Niestlé.

GAGNE, B. (1994). Autour de l'idée d'histoire des sciences : Représentations discursives d'apprenti(e)s-enseignant(e)s en sciences. *Didaskalia*, 3, 61-77.

GALIARDI, R. & GIORDAN, A. (1987). L'idée d'évolution. In A. Giordan. (s.dir.), *Histoire de la biologie*, (Tome 2, Chap. 4, pp. 217-279). Paris : Technique & documentation-Lavoisier.

GAYON, J. (1992). *Darwin et l'après-Darwin : Une histoire de l'hypothèse de sélection naturelle*. Paris : Kimé.

GAYON, J. (1993). La biologie entre loi et histoire. *Philosophie*, 38, 30-56. Les Editions de Minuit.

- GAYON, J. (2003). From Darwin to today in evolutionary biology. In J. Hodge, & G. Radick (Eds.), *The Cambridge companion to Darwin*, (chap. 10. pp.240-264). Cambridge University Press.
- GERAEDTS, C-L & BOERSMA, K-T (2006). Reinventing natural selection. *International Journal of Science Education*, Vol.28 (8), 843-870.
- GILLY, M., ROUX, J-P., & TROGNON, A. (1999). *Apprendre dans l'interaction*, Presse Universitaire de Nancy.
- GIL-PEREZ, D. (1993). Apprendre les sciences par une démarche scientifique. *Aster*, 17, 41-64.
- GIORDAN, A. (1987) (s.dir.). *Histoire de la biologie* (Tome 2). Paris : Technique & documentation-Lavoisier.
- GIORDAN, A. (1998). *Apprendre !*. Paris : Belin.
- GOHAU, G. (1987). Difficultés d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des sciences. *Aster* 5, 49-69.
- GOLDER, C. (1996). La production de discours argumentatifs : Revue de question. *Revue française de pédagogie*, 116, 119-134.
- GOULD, S-J. (1977). *Darwin et les grandes énigmes de la vie- Réflexions sur l'histoire naturelle* (Trad. fr. 1997). Paris : Seuil
- GOULD, S-J. (1996). *L'éventail du vivant. Le mythe du progrès* (Trad. fr. 1997). Paris : Seuil
- GOULD, S-J. (1999). *Et Dieu dit : " Que DARWIN soit ! "*(Trad. fr. 2000). Paris : Seuil.
- GRIMOULT, C. (2000). *Histoire de l'évolutionnisme contemporain en France : 1945-1995*. Genève-Paris : Librairie Droz.
- GRIZE, J-B. (1996). *Logique naturelle et communication*. Paris : PUF.
- HABERMAS, J. (1991). *Morale et communication*. Paris : Cerf.
- HALLDEN, O. (1988). The evolution of the species : Pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, vol.10(5), 541-532.
- HALLOUN, I., & HESTENES, D. (1998). Interpreting VASS dimensions and profiles for physics students' views about science. *Science and Education*, 7, 553-577.
- HERMES 25. (1999). *Cognition, Communication, Politique*. Paris : CNRS Editions.

- HOOGAERT, C. (1996). (s.dir). *Argumentation et questionnement*. Paris : PUF.
- HRAIRI, S., & COQUIDE, M. (2002). Attitudes d'élèves tunisiens par rapport à l'évolution biologique. *Aster*, 35, 149-164.
- HUBAT, A-M., & GAUDILLIERE, J-P. (1992). Argumenter et démontrer : Rhétorique et enjeux sociaux dans les discours scientifiques. *Aster*, 14, *Raisonner en sciences*, 21-39.
- IBN KHALDOUN. (1375-1379). *المقدمة (Prolégomènes)* (Ed. 1993). Tounès : Dar Etounissia linacher.
- IKHWAN ESSAF AA. (vers 983). *رسائل إخوان الصفاء (Les lettres de Ikhwan Essafaa)* (Ed.1999). Beiryout : Dar Sader.
- INGRAM, E-L, & NELSON, C-E. (2006). Relationship between achievement and student' acceptance of evolution and creation in an upper-level evolution course. *Journal of research in science teaching*, Vol.43 (1), 7-24.
- JACKSON, D.F., & al. (1995). Heart and minds in the science classroom : The education of a confirmed evolutionist. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.32 (6), 585-611.
- JACOB, F. (1970). *La logique du vivant, une histoire de l'hérédité*. Paris : Gallimard.
- JACOB, F. (1981). *Le jeu des possibles*. Essai sur la diversité du vivant. Paris : Fayard.
- JACOB, F. (1997). *La souris, la mouche et l'homme*. Paris : Odile Jacob.
- JAUBERT, M., & REBIERE, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, 31, *Les sciences de 2 à 10 ans*, 173-195.
- JEFFERY, K.R. (1994). A study of the presence of evolutionary protoconcepts in pre-high school textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 507-518.
- JENSEN, M.S. & FINLEY, F.N. (1995). Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*, vol.79 (2), 147-166.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P.(1994). Teaching evolution and natural selection : A look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 519-535.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P., BUGALLO RODRIGUEZ, A., & DUSCHL, R.A. (2000). "Doing the lesson" or "Doing science" : Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 1-36.

JOHSUA, S., & DUPIN, J-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : PUF.

KAHN, P. (2000). L'éducation à la preuve dans l'enseignement scientifique : L'état du problème. *Ressource*, 1, 6-17.

KERBRAT-ORRECHIONI, C. (1990). *Les interactions verbales : Approche interactionnelle et structure des conversations* (Tome.1). Paris : Armand Colin.

KERBRAT-ORRECHIONI, C. (2001). *Les actes de langage dans le discours : Théorie et fonctionnement*. Paris : Nathan Université.

KHARRAT, A.M. (1986). إخوان الصفاء ونظرية التطور. (Les Frères de la Pureté et la théorie de l'évolution). In *Actes du congrès annuel sur l'histoire des sciences chez les arabes* (pp : 75-85). Ladhikiya, Syrie.

KHUN, D. (1993). Science as argument : Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, vol.77 (3), 319-337.

KIMURA, M. (1998). La théorie neutraliste de l'évolution moléculaire. In H. Le Guyader. (s.dir). *L'évolution*. (pp. 150-159). Paris : Pour La Science.

LACOMBE, G. (1987). Pour l'introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement du second cycle. *Aster* 5, 87-116.

LAMARCK, J-B. (1809) *Philosophie zoologique* (Ed.1994). Paris : Flammarion.

LANDSCHEERE (DE), G. (1976). *Introduction à la recherche en éducation*. Paris Armand Colin.

LANGANEY, A. (1999). *La philosophie... de la biologie*. Paris : Belin.

LARCHER, C., & CHOMAT.A. (1998). Médiation dans des situations d'entretiens avec des élèves de collège à propos de la modélisation des propriétés thermoélastiques des gaz. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais. (s.dir), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (chap.10. pp.177-209). Berne : P. Lang.

LAWSON, A.E., & WORSNOP, W.A. (1992) Learning about Evolution and rejecting a belief in special creation : Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of research in science teaching*, Vol. 29(2) 143-166.

- LEACH, J. (2001, Août). *Epistemological perspectives in science education research*. Communication présentée à Conference of the European Science Education Research Association, Thessaloniki, Grèce.
- LEBEAUME, J. (1999). *Perspectives curriculaires en éducation technologique*. Mémoire d'Habilitation à diriger les Recherches publié, Université Paris-Sud. 116 pages.
- LECOURT, D. (1992). *L'Amérique entre la Bible et Darwin* (Trad.fr.1998). Paris : PUF.
- LECOURT, D. (2005, octobre). Le créationnisme scientifique américain : Une histoire interminable ? In *Colloque de la Rentrée du Collège de France, « Croissance, Raison et déraison »*.
- LECOURT, D. (2006). Les dessous du « dessein intelligent ». *La Recherche*, 396, 32-35.
- LENOIR, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raisky & M. CAILLOT (Eds), *Au-delà des didactiques le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs* (pp. 223- 251). Belgique : De Boeck.
- MARTINAND, J-L. (1985). *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne : Peter Lang.
- MARTINAND, J-L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques des disciplines. *Les Sciences de l'Education*, vol. 1 (2), 23-35.
- MARTINAND, J-L. (1989). Des objectifs-capacités aux objectifs-obstacles : deux études de cas. In N. Bednarz & C. Garnier (s.dir). *Construction des savoirs : Obstacles et conflits*. (pp : 217-227). Ottawa : ARC.
- MARTINAND, J-L. & al. (1994). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.
- MATHEWS, M.R. (1994). Discontent with constructivism : Review of 'The content of science : a constructivist approach to its teaching. P.Fenscham, R. Gunstone & R. White (Eds). *Studies in Science Education*, 24, 165-172.
- MATHY, P. (1997). *Donner du sens aux cours de sciences : Des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants*. Belgique : De Boeck.
- MAYR, E. (1974). *Population, espèces et évolution* (Réed.1994). Paris : Hermann.
- MAYR, E. (1982). *Histoire de la biologie, Diversité, évolution et hérédité*. (Trad. fr. 1989). Paris : Fayard.

- MAYR, E. (1991). *Darwin et la pensée moderne de l'évolution* (Trad. fr. 1993). Paris : Odile Jacob.
- MAYR, E. (1997). *Qu'est que la biologie ?* (Trad. fr. 1998). Paris : Fayard.
- MAZLIAK, P. (2006). *La biologie au siècle des lumières*. Paris : Vuibert.
- MEYER, M. (1982). *Logique, langage et argumentation* (2èd.). Paris : Hachette Université.
- MEYER, M. (1996). Les fondements de l'argumentation. In C. HOOGAERT. (s.dir), *Argumentation et questionnement*. (pp.13-36). Paris : PUF.
- MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR. (1997). *Projet de réforme du premier cycle en sciences de la vie et de/ou de la terre*, (Fascicule 1). Tunis : MES.
- MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR. (1997). *Projet de réforme du second cycle en sciences de la vie et de/ou de la terre*, (Fascicule 2). Tunis : MES.
- MUCHIELLI, R. (1974). *L'analyse de contenu des documents et des communications* (7è éd.1991). Paris : ESF édition.
- MUGNY, G. (1985). (s.dir.). *Psychologie sociale du développement cognitif*. Berne: Peter Lang.
- NEWTON, P., & al. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *The international journal of science education*. vol. 21(5), 553-576.
- NONNON, E. (1985). Interactions verbales et développement cognitif chez l'enfant : Aperçu des recherches psycholinguistiques récentes en langue française. *Revue Française de Pédagogie*, 74, 53-86.
- NONNON, E. (1996a), Interactions et apprentissages. *Le Français aujourd'hui*, 113, 55-63.
- NONNON, E. (1996b). Activités argumentatives et élaboration de connaissances nouvelles : Le dialogue comme espace d'exploration. *Langue Française*, 112, 67-87.
- NONNON, E. (1999). L'enseignement de l'oral et les interactions verbales en classe : Champs de référence et problématique. *Revue française de pédagogie*, 129, 87-131.
- ORANGE, C. (2000). *Idées et raisons. Construction de problèmes, débats et apprentissage scientifiques en Sciences de la vie et de la Terre*. Mémoire d'Habilitation à diriger les Recherches non publié, Université de Nantes, Nantes. 227 pages.

- PASSMORE, C., & STEWART, J. (2002). A modelling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.39 (3), 185-204.
- PEETERS, H., & CHARTIER, P. (1999). Contributions à une théorie du dispositif. *HERMES*, 25, *Cognition, Communication, Politique*, 15-23. Paris : CNRS Editions.
- PERELMAN, C. (1999). *L'argumentation*. Encyclopaedia Universalis 10 [DVD] .
- PERRENOUD, P. (1993). Curriculum : le formel, le réel, le caché. In J. Houssaye. (s.dir.), *La pédagogie une encyclopédie pour aujourd'hui*. (pp.61-76). Paris : ESF.
- PERRET-CLERMONT, A-N., GROSSEN, M., NICOLET, M., & SCHUBAUER-LEONI, M-L. (1996). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne : Peter Lang.
- PERRIN-GLORION, M-J. (1994). Théorie des situations didactiques : Naissance, Développement, Perspectives. In M. Artigue & al. (coord), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, (pp97-144). Grenoble : Pensée Sauvage.
- PETERFALVI, B. (2000). *Obstacles et situations didactiques en sciences : processus intellectuels et confrontations. L'exemple des transformations de la matière*, Thèse de Doctorat non publiée, Université de Rouen. Rouen. 345 pages.
- PIGLIUCCI, M. (2004). *Did Popper refute evolution ?* Consulté le 09 août 2005 sur <http://www.finarticle.com/>
- PLANTIN, C. (1996). *L'argumentation*. Paris : Editions du Seuil.
- POPPER, K. (1974). *La quête inachevée, autobiographie intellectuelle* (trad. fr. 1989). Paris : Press Pocket.
- POSTIC, M. (1972). *Observation et formation des enseignants*, (rééd.1992). Paris : PUF.
- RAICHVARG, D. (1987). La didactique a-t-elle raison de s'intéresser à l'histoire des sciences. *Aster* 5, 3-34.
- RATCLIFFE, M., OSBORNE, J., COLLINS, S., MILLAR, R., & DUSCHL, R. (2001, Août). *Evidence-based practice in science education (EPSE). Teaching pupils' ideas-about-science' : clarifying learning goals and improving pupil performance*. Communication présentée à Conference of the European Science Education Research Association, Thessaloniki, Grèce.
- RICLES (DE), A. (2004). *Structure et fonction au niveau des organismes*. Encyclopaedia Universalis 10 [DVD].
- RICQLES (De), A. (2002). L'évolution selon Stephen J. Gould. *La Recherche*, 356, 24-32.

- RIDLEY, M. (1996.), *Evolution biologique* (2è. Ed. Trad.fr.1997). Paris : De Boeck & Larcier.
- RIEGEL, M. (1994). *Grammaire méthodique du français*. Paris : PUF
- ROD WATSON, J. (2004). Students' discussions in practical scientific inquiries. *International Journal of science education*, vol.26 (1), 25-45.
- ROTH, W.M., & al. (1997). The interaction of students' scientific and religious discourse : two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.19 (2), 125-146.
- RUDOLPH, J.L., & STEWART, J. (1998). Evolution and the nature of science : On the historical discord and its implications for education. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.35 (10), 1069-1089.
- RUMELHARD, G. (1992). L'enseignement de la biologie comme culture. *Aster 15*, 145-167.
- SAINT-GEORGES, M. (2001). L'analyse des dialogues de classe : Un outil pour une formation didactique des professeurs de sciences. *Aster, 32, Didactique et formation des enseignants*, 91-117. &&&
- SANDOVAL, W.A., & MORRISON, K. (2003). High school students' ideas about theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.40 (4), 369-392.
- SCHARMANN, L.C. (1992). Teaching evolution : Understanding and applying the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.29 (4), 375-388.
- SCHLEGEL, J-L. (2004). Les dangers de l'harmonie à tout prix. *La Recherche, Hors-série, 14, Dieu et les Sciences*, 74-77.
- SCHNEUWLY, B., & BRONCKART, J-P. (s.dir). (1985). *Vygotsky aujourd'hui*. Neuchatel-Paris : Delachaux et Niestlé.
- SCHNEEBERGER, P. (2001). Pratiques d'écriture en sciences expérimentales et formation des maîtres. In *Actes des Deuxièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST-Actualité de la recherche en didactique des sciences expérimentales et des techniques-* (pp : 7-19). Skolé, Numéro hors série.
- SCHNEEBERGER, P. (2002). *Savoirs et pratiques scientifiques dans l'enseignement des SVT : travail des obstacles et interactions langagières*. Mémoire d'Habilitation à diriger les recherches non publié, Université de Nantes, Nantes. 119 pages.

- SEARLE, J.R. (1972). *Les actes de langage : Essai de philosophie du langage*. Hermann.
- SETTLAGE, Jr. (1994). Conceptions of natural selection : a snapshot of the sense-making process. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 449-457.
- SIMMONNEAUX, L. (2000). *Didactique et éducation biotechnologique*. Mémoire d'Habilitation à diriger les Recherches non publié, Université de Rouen. 254 pages.
- SIMON, S., ERDURAN, S., & OSBORNE, J. (2002, avril). *Enhancing the quality of argumentation in school science*. Communication présentée à Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, USA. Consulté le 16 janvier 2003 sur <http://www.Wcer.wise.edu/estep/images/PDF/quality.pdf>
- SIMONNEAUX, L. (2001). Le débat en classe favorise-t-il l'argumentation fondée des élèves. In *Actes des Deuxièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST -Actualité de la recherche en didactique des sciences expérimentales et des techniques-(pp.345-355)*. Skolé, Numéro hors série.
- SIMONNEAUX, L. (2003). L'argumentation dans les débats en classe sur une technoscience controversée. *Aster* 37, 189-214.
- SMITH, M.U. (1994). Counterpoint : Belief, understanding, and the teaching of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 591-597.
- SÕNÕRA LUNA, F., & al (2000). Discourse analysis: Pupils' discussions of soil science. In I. GARCIA-RODEJA GAYASO & al (Eds), *Actes de The third Conference of European Researchers in didactic of Biology* (313-326). Spain : publicaci3ns. Universidade de Santiago de Compostela.
- STENGERS, I. (1993). *L'invention des sciences modernes* (Réed.1995). Paris : Flammarion.
- TALBI, M. (1973). *Ibn Khaldoun et l'histoire*. Tunis : Maison Tunisienne de l'Édition.
- THEODORIDES, J. (1992). *Histoire de la biologie* (5è. Ed.). Paris : PUF.
- THOMAS, J. (2000). Learning about genes and evolution through formal and informal education. *Studies in Science Education*, 35, 59-92.
- TILLIER, S. (1998). Les équilibres ponctués : Le tempo de l'évolution en question. In H. Le Guyader.(s.dir), *L'évolution*, (pp. 51-54). Paris : Pour La Science.
- TOUKANE, K-H. (1984). العلوم عند العرب (Les sciences chez les arabes). Beiryout : Dar Ikraa.
- TOULMIN, S. (1958). *Les usages de l'argumentation* (Trad. fr. 1993). Paris : PUF.

- TOULMIN, S. (1961). *L'explication scientifique* (Trad. fr.1973). Paris : Armand Colin.
- TRAVERSO, V. (1999). *L'analyse des conversations*. Paris : Nathan.
- TROWBRIDGE J.E., & WANDERSEE. (1994). *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 459-473.
- VAN PRAET, M. (1989). La non-acquisition des notions de temps et d'espèce : deux entraves à l'enseignement de la théorie de l'évolution. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds.), *Actes des XIes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifique et industrielle* (pp.357-362).
- VERGNAUD, G. (2000). *Lev Vygotski. Pédagogue et penseur de notre temps*. Paris : Hachette.
- VESLIN, J. (1991). De l'enseignant épistémologue à l'enfant épistémologue et retour. *Aster* 12, 155-183.
- VYGOTSKY, L. (1934, 1997). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.
- WATSON, J.R. (2004). Students' discussions in practical scientific inquiries. *The international journal of science education*. vol. 26(1), 25-45.
- WEIL-BARAIS, A. (1994). Les apprentissages en sciences physiques. In G. Vergnaud (Coord.), *Apprentissages et didactiques, où en est-on ?* (pp. 94-126). Paris : Hachette.
- WEIL-BARAIS, A., & DUMAS-CARRE, A. (1998). Les interactions didactiques tutelle et ou médiation ?. In A. Dumas-Carré., & Weil-Barais, A. (1998). (s.dir), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*, (pp.1-15). Berne : P. Lang.
- WINNYKAMEN, F. (1998). Approche psychologique de la tutelle. In A, Dumas-Carré., & Weil-Barais, A. (1998) (S.dir), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. (pp.29-58) Berne : P. Lang.
- WIT (De), H-C-D. (1992). *Histoire du développement de la biologie*, (Vol.1). Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- ZUZOVSKY, R. (1994). Conceptualizing a teaching experience on the development of idea of evolution : An epistemological approach to the education of science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31 (5), 557-574.

TITTLE : A didactic device for biology evolution teaching.

Classroom debate for teaching biology evolution in Tunisia

ABSTRACT

Biological evolution teaching in Tunisia endures a precariousness of its scientific status because of its interference with the religious beliefs of the pupils, of a concordist sociocultural context and a deficient scientific formation in biological evolution. Pupils have difficulties with methodology validation in evolution science. While explaining the diversity of the living, the Tunisian pupils conceive an argumentative equivalence between scientific and theological argumentative referentials. We propose an innovating action in biological evolution teaching in Tunisia that militates for the scientific status of evolution. It's a teaching device that treats two obstacles to the scientific status of evolution by an epistemological accompaniment as epistemological reflections in classroom debates. These are the distanced reflections that accompany the construction of knowledge relative to the methodology validation applied to the evolution and conceptual knowledge of evolution. This knowledge could help the pupils to understand the scientific status of biological evolution, as an historic science. The conceived innovating proposition was tested and assessed.

The results show that classroom debates around the knowledge of biological evolution and the varied teacher's interventions helped the pupils to hold distanced speech. It was possible to destabilize and to identify two obstacles to the scientific status of biological evolution, which allowed the pupils to characterize the scientific referential of biological evolution. It constitutes an indicator of epistemological change among the pupils that paves the way to the teaching of biological evolution as a scientific knowledge.

KEY WORDS : Biology ; Classroom debate ; Science Education ; Didactic device ; Biology evolution teaching ; Epistemological initiation ; Obstacle.

RESUME

L'enseignement de l'évolution du vivant en Tunisie souffre d'une précarité de son statut scientifique en raison de son interférence avec les croyances religieuses des élèves, d'un contexte socioculturel concordiste et d'une déficience de formation scientifique en évolution du vivant. Les élèves ont des difficultés avec la méthodologie de validation par enquête des sciences de terrain. En expliquant la diversité du vivant, ils conçoivent une équivalence argumentative entre référentiels argumentatifs scientifique et théologique. Une action innovante est proposée dans l'enseignement de l'évolution en Tunisie pour militer au statut scientifique de l'évolution. C'est un dispositif d'enseignement contextualisé qui traite de deux obstacles au statut scientifique de l'évolution par un accompagnement épistémologique sous forme de réflexions épistémologiques en débats de classe. Ce sont des réflexions distancées accompagnant une construction de savoirs relatifs aux particularités méthodologiques de la démarche de l'enquête appliquée à l'évolution et de savoirs conceptuels de l'évolution. Ces savoirs devaient aider les élèves à comprendre le statut scientifique de l'évolution du vivant, en tant que science faisant partie des sciences historiques. La proposition innovante conçue est mise à l'essai et évaluée. Les résultats montrent que les débats de classe autour de référents empiriques de l'évolution, les interventions diversifiées de l'enseignant et sous un mode de médiation ont aidé les élèves à tenir un discours distancé. Il a été possible aux élèves de déstabiliser et d'identifier deux obstacles au statut scientifique de l'évolution caractériser le référentiel scientifique de l'évolution du vivant. Ceci constitue un indicateur de changement épistémologique chez les élèves qui prépare à l'enseignement de l'évolution, en tant qu'enseignement relatif à un savoir scientifique.

MOTS-CLÉS : Biologie ; Débat en classe ; Didactique ; Dispositif didactique ; Enseignement de l'évolution du vivant ; Initiation épistémologique ; Obstacle ; Sciences de l'éducation.

INTITULES ET ADRESSES DU LABORATOIRE ET DE L'UNITÉ DE RECHERCHE DE COTUTELLE

FRANCE : Unité de recherche

UMR-STEF : Unité mixte de recherche Sciences Technique Education Formation de l'ENS de Cachan- INRP, Batiment Cournot. Ecole Normale Supérieure de Cachan.

61, avenue du Président Wilson. 94 235. Cachan Cedex-France.

TUNISIE : Laboratoire de recherche

EDIPS : Laboratoire Education Didactique et Psychologie de l'Institut Supérieur de l'Education et de la Formation Continue. Université de Tunis.

43, rue de la Liberté. 2019. Le Bardo-TUNIS.TUNISIE.