

Table des matières

INTRODUCTION	8
 Chapitre I : LA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION, UNE THÉORIE QUI ÉVOLUE	 11
1. La genèse des idées évolutionnistes	11
2. Darwin et la théorie de la descendance avec modification	15
2.1. La genèse d'une œuvre	15
2.1.1. Le voyage sur le Beagle	15
2.1.2. Les techniques des éleveurs et la règle de sélection	17
2.1.3. La lecture de Malthus, un catalyseur	17
2.2. L'œuvre de Darwin	17
2.2.1. Le « trépied darwinien »	17
2.2.1.1. <i>Nature des agents et mode d'opération</i>	17
2.2.1.2. <i>Efficacité de la sélection</i>	18
2.2.1.3. <i>Champ d'applicabilité du mécanisme évolutif fondamental</i>	18
2.2.2. Le paradigme évolutionniste de Darwin	18
2.2.2.1. <i>L'évolution en tant que telle</i>	19
2.2.2.2. <i>L'évolution par descendance d'ancêtres communs</i>	19
2.2.2.3. <i>Le gradualisme de l'évolution</i>	20
2.2.2.4. <i>La spéciation populationnelle</i>	20
2.2.2.5. <i>La sélection naturelle</i>	20
2.3. Les résistances à la théorie	21
3. L'après Darwin et la théorie de l'évolution de nos jours	23
3.1. La théorie synthétique de l'évolution ou néodarwinisme	24
3.2. La théorie neutraliste de Kimura	25
3.3. La théorie des équilibres ponctués de Gould et Elredge	25
4. Les recherches actuelles et les nouvelles orientations de la théorie de l'évolution	28
4.1. Evo-dévo, une nouvelle synthèse	28

4.1.1. Les apports de la génétique	28
4.1.2. Evo-Dévo et la paléontologie	30
4.2. Autres champs de recherche	31
5. L'évolution, science théorique ; l'évolution, science historique	34
5.1. Les contours de la science moderne	34
5.2. Sciences de l'évolution et régimes de la preuve	37
6. Vers une représentation graphique du concept d'évolution du vivant	41
6.1. Définition et origine des cartes de concepts	42
6.2. Concept d'évolution et cartes conceptuelles	45
6.2.1. Des cartes existantes	45
6.2.2. Notre proposition	49
 Chapitre II : SAVOIR SAVANT ET SOCIÉTÉ	 54
1. Evolution, un mot	55
1.1. Une étude étymologique et « historique »	55
1.2. Une étude lexicographique	58
1.3. Une analyse sémantique des synonymes	60
2. La résistance au darwinisme ou le refus de l'évolution	61
2.1. Une question de religion : les créationnistes	61
2.1.1. A propos de création	61
2.1.2. Une typologie des créationnistes	61
2.2. Un problème de compréhension/interprétation	63
3. Des études et enquêtes à travers le monde	64
3.1. Deux enquêtes récentes : Gallup (2007) et FASEB (2008)	64
3.2. Une résolution du Conseil de l'Europe (2007)	66
3.3. Une étude internationale : Biohead Citizen (2007)	67
3.4. Une étude belge : Perbal, Susanne & Slachmuylder (2006)	68
 Chapitre III : L'ÉVOLUTION DU VIVANT, UN SAVOIR ENSEIGNÉ, UN SAVOIR À ENSEIGNER À L'ÉCOLE	 71
1. Le savoir à enseigner et les textes officiels	71

1.1. Le prescrit	72
1.2. Les évolutions du prescrit	74
1.3. L'évolution du vivant dans les manuels scolaires	83
2. Evolution des êtres vivants : un enseignement délicat	87
2.1. Les élèves et l'Evolution du vivant	88
2.1.1. Les conceptions des élèves sur l'évolution du vivant	88
2.1.2. Des obstacles à l'apprentissage de l'évolution	91
2.2. Les enseignants et l'Evolution du vivant	93
2.2.1. Les conceptions des enseignants	93
2.2.2. Des obstacles à l'enseignement de l'évolution	93
2.3. L'évolution du vivant : un savoir à part ?	94
3. Le concept de rapport au savoir pour élargir la réflexion	95
3.1. Les différentes approches de la question	96
3.1.1. Entrée par le sujet	96
3.1.2. Entrée par le savoir, par l'objet à enseigner	98
3.1.3. Une synthèse des différentes approches	99
3.2. Didactique et rapport au savoir	100
3.3. Rapport au savoir « Evolution des êtres vivants »	102
4. Un rappel des constats et hypothèses formulés pour l'étude	104
4.2. Principaux constats	104
4.3. Hypothèses au niveau des enseignants	105
4.4. Hypothèses au niveau des élèves	105
 Chapitre IV : LES ENSEIGNANTS DU CYCLE 3 ET L'ÉVOLUTION DU VIVANT	 108
1. Les conditions de l'étude	108
1.1. Un questionnaire « papier-crayon »	108
1.2. Une analyse a priori des questions posées	112
1.2.1. Les indicateurs retenus	
1.2.2. Les connaissances des enseignants et leur origine	113
1.2.3. Enseigner l'évolution à l'école primaire	117
1.3. Les conditions de passation	118
1.4. Le traitement des données	119

2. Résultats et analyses	121
2.1. Profil des enseignants testés	121
2.2. Déclarations à propos de l'évolution du vivant	122
2.3. Déclarations à propos de la théorie de l'évolution	128
2.4. Origine de leurs connaissances	139
2.5. Activités en classe	140
2.6. Un engagement personnel	143
2.7. Autres informations	144
3. Conclusion : le rapport au savoir « Evolution des êtres vivants » d'enseignants de cycle 3 de l'école primaire	144

Chapitre V : LES ÉLÈVES DU CYCLE 3 DE L'ÉCOLE PRIMAIRE ET LE CONCEPT D'ÉVOLUTION DES ESPÈCES

1. Rappel des hypothèses de recherche	148
2. Choix méthodologiques	149
2.1. Un questionnaire papier-crayon	149
2.1.1. Conception générale du questionnaire	149
2.1.1.1. Nombre et type de questions posées	149
2.1.1.2. Justification des questions posées	150
2.1.1.3. Importance de la formulation des questions posées	152
2.1.1.4. Un tableau pour récapituler	152
2.1.2. Contenu des questions	154
2.2. Choix des classes et conditions de passation	163
3. Résultats et analyses	164
3.1. Profil de l'échantillon : les indicateurs	164
3.2. Analyses des réponses	167
4. Conclusion : le rapport au savoir « Evolution des êtres vivants » d'élèves du cycle 3 de l'école primaire française	197
4.1. A propos des connaissances sur l'évolution	197
4.2. A propos de l'influence d'institutions extrascolaires	199
4.3. Premières réflexions pour l'enseignement	199

Chapitre VI : APPORTS DIDACTIQUES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE	202
1. Apports didactiques	202
1.1. Analyse du savoir savant	202
1.1.1. Un savoir fondamental	202
1.1.2. Un savoir complexe	202
1.1.3. Un savoir non neutre	202
1.1.4. Un savoir scientifique	203
1.2. Le savoir transposé	203
1.3. Les enseignants et le savoir Evolution	204
1.4. Les élèves et le savoir Evolution	207
2. Propositions pour l'enseignement, l'apprentissage et la formation des maîtres	208
2.1. Propositions pour l'enseignement et l'apprentissage	209
2.1.1. Le rapport au temps long	210
2.1.1.1. <i>Temps long et grands nombres</i>	210
2.1.1.2. <i>Temps long, origine des espèces et fossiles</i>	212
2.1.2. Le rapport au vivant et la question de la dualité Homme-Animal	215
2.1.3. Le rapport au mot Evolution	216
2.1.4. Le rapport à la science	214
2.2. Propositions pour la formation des maîtres	219
2.2.1. Le rapport à la science	220
2.2.2. Le rapport à la théorie darwinienne de l'évolution	221
2.2.3. Le rapport à l'enseignement de l'évolution	223
3. Perspectives de recherche	224
3.1. Vers une ingénierie didactique et des propositions curriculaires	224
3.2. Au-delà du concept d'évolution, un croisement de points de vue	226
3.3. A propos de modèles et modélisation	227
Chapitre VII : BIBLIOGRAPHIE	229
ANNEXES	240

INTRODUCTION

Année 2009, année Darwin : un vieux monsieur très discret est fêté 200 ans après sa naissance et 150 ans après la parution de son œuvre «*On the origin of species by means of natural selection or preservation of favoured races in the struggle for life*», ouvrage fondateur de la théorie de l'évolution.

Darwin est à l'honneur en France et à travers le monde. Un site dédié à l'événement¹, initiative d'un collectif de chercheurs, d'enseignants, d'institutions et d'associations en partenariat avec des collectivités territoriales, des laboratoires de recherche et des institutions, recense toutes les manifestations proposées en France, des conférences pour le grand public aux conférences pour les spécialistes en passant par des expositions, des débats publics. Comment expliquer une telle mobilisation pour ce double anniversaire en France et au delà des frontières ?

La théorie de l'évolution a 150 ans. C'est un des savoirs fondamentaux de notre société moderne, un élément de base de la culture scientifique moderne. Sa publication a constitué une véritable révolution scientifique dans une société victorienne très hiérarchisée. Darwin lui-même, effrayé de ce qu'il avait pressenti, attendit plus de vingt années avant de publier les conclusions de son voyage sur le Beagle. Il était en effet tout à fait conscient de la bombe que contenait son ouvrage. La société de l'époque était tout à fait prête à accepter que l'homme ait évolué. Evolué oui ! Mais en partant du singe, pas question. Dans l'origine des espèces, il faisait juste une allusion à ce sujet « *La lumière sera faite sur l'origine de l'homme et son histoire* ». Au XX^e siècle, la génétique donnera raison à Darwin.

Depuis, Darwin est toujours au cœur de la tourmente puisque, comme le dit si bien Freud (1916), la science a infligé une blessure « *à l'amour-propre de l'humanité quand la biologie a frustré l'homme du privilège d'une création particulière* ». Du procès du singe en 1925 à la diffusion massive de l'atlas de la création en 2006, nombreuses furent les tentatives pour déstabiliser les arguments évolutionnistes. Les médias relaient tour à tour thèses

¹ www.darwin2009.fr

créationnistes, thèses évolutionnistes et plus récemment celles du dessein intelligent et entretiennent, consciemment ou non, le prétendu conflit entre science et religion.

Jean Gayon (2007) préfère parler de controverse sociale de grande ampleur qui traverse la science, qui traverse la religion. D'ailleurs, Charles Darwin lui-même, tout au long de sa vie, a évolué d'un sentiment religieux (son père le destinait à la fonction de pasteur) à un état sceptique au moment de la parution de l'origine des espèces à un athéisme en fin de vie

Ce sujet d'étude peut donc paraître polémique et peut déranger au point que certaines écoles, certains pays refusent de l'enseigner. Sujet à la limite du domaine privé et du domaine public où se mêlent sciences, philosophie et religion, il fait l'objet, depuis des dizaines d'années, de nombreuses publications dans de nombreux pays du monde (Etats-Unis, Australie, Grèce, Espagne ...)

Or ce concept majeur pour les sciences biologiques échappe pour une bonne part à la perception humaine immédiate et même à sa mémoire. C'est, en effet, un phénomène non spectaculaire qui s'inscrit dans une fenêtre de temps et d'espace qui échappe à nos sens. Il se déroule à l'échelle des temps géologiques et dans l'infiniment petit.

Objet de savoir scientifique et élément d'une culture, c'est un objet à enseigner. A l'école primaire, il figure au programme des sciences du vivant dès la rentrée scolaire 1989 (BO du 15 mai 1989) mais toute référence explicite à l'évolution disparaît avec la parution des nouveaux programmes de l'école primaire en juin 2008 (BO HS n° 3 du 19 juin 2008). A l'heure du socle commun de connaissances et de compétences, la question se pose de savoir si cet objet doit faire partie de « *l'ensemble de valeurs, de savoirs, de langages, et de pratiques* » que tout citoyen français doit partager au terme de la scolarité obligatoire.

Tous ces constats font de l'objet de savoir évolution un intéressant objet d'étude pour la didactique des Sciences de la vie et de la Terre. De nombreuses questions se posent à l'aube de cette étude : sachant que la question de l'évolution fait actuellement débat dans certaines sociétés, quelles sont les attentes de l'institution École Primaire française vis à vis de l'enseignement du concept d'évolution ? Comment les enseignants se positionnent-ils : qu'en connaissent-ils, l'enseignent-ils ? Si oui, comment ? Et les élèves ? Sont-ils, dès l'école primaire, sensibles aux débats qui entourent cette théorie ? En acceptent-ils ou en rejettent-ils

les prémisses ? Qu'en savent-ils vraiment ? Existent-ils des obstacles à l'apprentissage précoce de ce savoir complexe et plein d'interrogations existentielles ?

Pour apporter des éléments de réponses et mieux définir les enjeux d'un tel enseignement dès l'école primaire, nous proposons dans la présente recherche une analyse épistémologique et didactique du concept d'évolution avant d'explorer le rapport personnel d'enseignants et d'élèves du cycle 3 de l'école primaire. Plus précisément, dans un premier chapitre, nous réaliserons une rapide analyse du savoir savant. Dans un deuxième chapitre, nous explorerons la place de l'évolution dans la société à l'aube du XXI^e siècle. Dans un troisième chapitre, le concept d'évolution sera analysé comme un objet à enseigner et un objet enseigné. Dans le quatrième chapitre, nous présentons une étude visant à cerner le rapport au savoir « évolution du vivant » développé par des enseignants de cycle 3 et, dans le cinquième chapitre, celui des élèves de ce même cycle. Pour clore la réflexion, un sixième et dernier chapitre envisagera des perspectives afin de prolonger la recherche.

Chapitre I : La théorie de l'évolution, une théorie qui évolue ...

Chaline (2006) définit l'évolution comme l'ensemble des « *modifications des êtres vivants au cours du temps. Ces modifications peuvent toucher tous les niveaux d'organisation du vivant depuis les gènes, les chromosomes jusqu'aux morphologies internes et externes, le comportement et le mode de vie* ». Elle explique la diversification de la vie, de ses premières formes à l'ensemble des êtres vivants actuels par une chaîne de ramifications buissonnantes.

Si cette idée d'évolution biologique est souvent d'emblée associée à Darwin, ce dernier n'en est pas le découvreur. En revanche, il a été le premier à avoir accumulé suffisamment de preuves et d'arguments pour la valider sur le plan scientifique et en proposer une première théorisation.

Nous proposons, dans cette approche épistémologique, de porter un double regard sur le concept d'évolution et sur la théorie qui le sous-tend : un regard historique pour comprendre la genèse des idées évolutionnistes et un regard scientifique pour comprendre les différentes déclinaisons de la théorie de l'évolution de sa naissance sous la plume de Charles Darwin en 1859 jusqu'aux développements les plus récents. Pour bien comprendre une théorie, il faut pouvoir en analyser la progression, voir comment sont apparues les principales conceptions, dans quels contextes culturels, religieux et politiques elles se sont développées (Chaline, 2006).

1. La genèse des idées évolutionnistes

L'idée d'évolution telle que nous la connaissons aujourd'hui prend forme avec Darwin mais l'idée de transformation des êtres vivants s'est progressivement organisée au cours du siècle des lumières et des travaux d'histoire naturelle de classification qui préoccupaient beaucoup les savants à partir du XVIII^e siècle. C'est dans ce contexte fertile en débat sur la diversité du vivant qu'est née la théorie darwinienne.

La position créationniste qui domine au XVII^e siècle repose sur l'idée que les espèces sont immuables. Cette idée s'était imposée à la lumière de la création : si les espèces sont immuables, elles ont dû être créées à l'origine et, comme nous l'enseigne la Genèse dans le monde chrétien, par le Créateur.

Mais cette conception fixiste n'avait pas toujours été aussi répandue : elle s'est construite sur la base de la réfutation des mythes et des idées reçues qui circulaient au moyen âge sur la transformation et la genèse des monstres ou des animaux sous l'influence

d'irrégularités de la nature (Penet, 2006). D'autre part, la croyance dans la génération spontanée a participé à installer l'idée que la constance des espèces était un phénomène réel et que les espèces présentes sur terre ont été créées une bonne fois pour toute.

Avec l'essor des sciences naturelles lié aux progrès scientifiques et géographiques du siècle des lumières se développe la création de collections (Linné, Cuvier). C'est à ce moment que les premières brèches apparurent à cause de la difficulté à classer des espèces similaires. D'autre part, le développement de la géologie et la naissance de la paléontologie finirent de semer le trouble. Il devint de plus en plus évident que le monde n'avait pas toujours été ce qu'il était, que sa faune et sa flore avaient été profondément différentes en d'autres temps. En 1746, Benoist de Maillet est le premier à remettre en cause les écrits bibliques de la Genèse. Grâce à son ouvrage, le *Telliamed ou entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français* publié après sa mort, il est considéré comme le précurseur des idées transformistes. Au cours des XVIII^e et XIX^e siècles, des savants comme Lamarck et Geoffroy Saint Hilaire ont été les premiers à formuler des thèses transformistes qui remettaient en cause le dogme du fixisme c'est-à-dire la croyance en un monde créé tel quel par Dieu. Ils subirent les attaques virulentes de Cuvier qui, pour sa part, défendait le catastrophisme selon lequel les espèces n'évoluent pas mais peuvent disparaître à la suite de catastrophes naturelles. Cette théorie d'essence fixiste fut reprise par les créationnistes en raison de son analogie avec le Déluge biblique (Picq, 2007a).

La paléontologie a joué un rôle déterminant dans la genèse des idées évolutionnistes. Pour comprendre les difficultés de son émergence, il faut se replonger dans les mentalités de l'époque. En effet, la religion occupe une place prépondérante dans les têtes, également dans celles des scientifiques (Dubois, 2005). Selon le dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences (1999), les précurseurs de la paléontologie se nomment Léonard de Vinci (1452 – 1519) et Bernard Palissy (1510 - 1589). Ils définissent, pour la première fois, les fossiles comme étant des restes organiques, résultats et témoins de déluges bibliques. Quand au vocable "**Paléontologie**", il a été créé (relativement) récemment par Henry Ducrotay de Blainville (1777-1850) en 1822. Il a pour origine 3 mots grecs : *palaios* = *ancien*, *ontos* = *être*, *logos* = *étude*. Il désigne la science qui étudie les fossiles.

Le terme "**Fossile**" lui-même (*du latin fossilis, tiré de la terre, de fodere, creusé*), il a été introduit dès le XVI^{ème} siècle (en 1546) par un humaniste, G. Agricola (G. Baueur, 1494-1555). Mais nous devons la première vraie définition de ce mot à Lamarck, en 1801 :

"dépouilles des corps vivants altérés par leur long séjour dans la terre ou dans les eaux, mais dont la forme ou l'organisation sont encore reconnaissables".

D'après un article de François Ellenberger (1998), un des premiers à proposer "des idées d'une stupéfiante modernité sur la fossilisation" a été Léonard de Vinci (1452-1519) vers 1500. Mais c'est à un Danois, Nicolas Stenon (1638-1686), considéré comme le premier vrai géologue, que reviennent les premières explications des processus de fossilisation.

Pour permettre le développement de la paléontologie, il fallait dans un premier temps un changement de mentalité qui passait par la reconnaissance des temps géologiques. Ce n'est qu'à la fin du XVIII^{ème} siècle que Buffon (1707 – 1788) va remettre en question l'âge de la Terre. Avant cela, il était admis que la Terre avait été créée en 7 jours selon la Bible et qu'elle avait 4004 ans, âge défini à partir d'études se basant sur l'ancien et le nouveau testament. Buffon propose un âge de 75000 ans. Même si cette valeur s'avère aujourd'hui fausse, elle a eu le mérite de bousculer les croyances de l'époque.

Quelques dizaines d'années plus tard, Darwin avança le chiffre de 2 milliards d'années. Ce chiffre était toujours faux mais il a permis une prise de conscience de l'intérêt que pouvaient représenter les fossiles. Cette prise de conscience sera à la base de l'émergence de la paléontologie stratigraphique au début de XIX^{ème} siècle. L'étude des fossiles pose alors de nouvelles questions comme par exemple « Comment peut-on expliquer la succession de la faune et de la flore dans les différentes couches géologiques ? ». Différentes explications voient le jour et le foisonnement d'idées engendre la création de « clans » (Dubois, 2005). En effet, certains pensaient que les espèces étaient fixes, donc la succession d'espèces était due à la création de nouvelles : ce sont les fixistes. D'autres pensaient que les espèces étaient stables selon les conditions, ce sont les évolutionnistes.

Dès lors, ces deux clans n'ont eu de cesse de s'opposer.

Il est possible de retracer une évolution des idées fixistes au cours des XVIII^e et XIX^e siècles (Dubois, 2005).

Fixisme	C. Von Linné (1707 – 1778)	Les espèces sont créées par Dieu à partir d'un couple originel et elles ne changent pas au cours du temps.
Fixisme avec extinction	G. Cuvier (1769 – 1832)	La découverte de nombreuses espèces fossiles a conduit à l'idée d'extinction pour expliquer le grand nombre d'organismes qui n'existaient plus de nos jours. Catastrophisme à l'origine de ces extinctions (déluge biblique)
Fixisme avec extinction et remplacement	Buffon (1707 – 1788) Cuvier (1769 – 1832) Lyell (1797 – 1875)	Les espèces sont toujours créées par Dieu (création unique). Il existe des extinctions mais les espèces sont ensuite remplacées par d'autres. Il y a des catastrophes suivies de créations.
Fixisme avec extinction et remplacement avec progrès	L. Agassiz (1807 – 1873)	Dieu refait les espèces mais en mieux.

Tableau 1 : une « évolution » des idées fixistes

Ces différentes variantes ont eu pour but d'intégrer les progrès scientifiques réalisés, notamment dans le domaine de la paléontologie (enrichissement des collections de fossiles), et de garder une certaine crédibilité face aux arguments avancés par les évolutionnistes.

D'autre part, la documentation étudiée permet de remonter à l'antiquité pour voir formuler les prémices d'une pensée évolutionniste même si leurs auteurs étaient sans conteste des fixistes.

	Anaximandre (- 610 à - 546) Héraclite (- 543 à - 480)	Première tentative d'explication de la diversité biologique (<i>la vie vient de l'eau et l'Homme descend du poisson</i>).
Théorie des formes	Platon (- 428 à - 348)	Toutes les formes de vie sont d'imparfaites répliques d'un modèle divin parfait.
Scalae Naturae (Echelle de la nature)	Aristote (- 382 à - 322)	Chaque être est organisé et tend vers sa perfection ; il existe un ordre hiérarchique des espèces animales jusqu'à l'Homme.
Transformisme 1802	Lamarck (1744 – 1829)	Les espèces ne sont pas immuables. Cette théorie s'appuie sur les idées de : • la génération spontanée ; • le scalisme ou échelle de progrès emprunté à Aristote ; • l'hérédité des caractères acquis.
Uniformitarisme Actualisme 1830	Lyell (1797 – 1875)	L'histoire de la Terre est un processus de changement graduel.
1859	Darwin (1809 – 1882)	Les êtres vivants ont une origine commune et divergent les uns des autres par des modifications progressives grâce à la sélection naturelle qui retient les plus aptes à survivre.

Tableau 2 : la genèse des idées évolutionnistes

2. Darwin et la théorie de la descendance avec modification (sélection naturelle)

2.1. La genèse d'une œuvre

2.1.1. Le voyage sur le Beagle

A 22 ans, Darwin s'embarque sur le Beagle. Au cours de ce voyage qui dura cinq années, il va étudier tout ce qu'il est possible d'étudier : la paléontologie, la géologie, la botanique, la zoologie et bien d'autres. Dans son autobiographie, Darwin écrit « *Le voyage*

sur le Beagle a été de beaucoup l'évènement le plus important de ma vie et a déterminé ma carrière entière » (Conry, 1969). En effet, c'est au cours de ce périple que son travail de naturaliste va prendre toute son ampleur. La collecte de spécimens est riche, la description des espèces et de leurs habitudes est précise.

«Je fus amené à étudier de très près plusieurs branches de l'histoire naturelle et ma puissance d'observation progressa [...] Une autre de mes occupations consistait à collectionner des animaux de toute nature et à décrire brièvement et à disséquer beaucoup d'animaux » (Darwin, 2008).

Avant ce voyage, Darwin ne se démarquait pas des créationnistes mais les questions que ses observations vont générer ne trouveront aucune réponse satisfaisante en adéquation avec les idées de l'époque. Ces interrogations laissées en suspend vont le pousser à remettre en question l'enseignement reçu à Cambridge, mélange de théologie et de sciences naturelles. Au cours de ces cinq années, il forge ses opinions :

- à partir de ses observations, notamment des tortues et des pinsons des Galápagos, il commence à douter du créationnisme et commence à se rapprocher des idées transformistes de Lamarck. En effet, tortues et pinsons présentent à la fois des caractères identiques et des caractères différents selon l'île sur laquelle ils vivent. Darwin émet alors l'hypothèse que les différentes espèces sont issues d'une seule, ce qui n'est pas en accord avec les pensées créationnistes.

« J'avais été, pendant le voyage sur le Beagle, frappé d'abord en découvrant dans les couches Pampéennes de grands animaux fossiles recouverts d'une armure semblable à celles des armadillos actuels ; puis par l'ordre selon lequel les animaux d'espèces presque semblables se remplacent les uns les autres à mesure qu'on s'avance vers le sud du continent, et enfin par le caractère sud-américain de la plupart des espèces des îles Galápagos, et plus spécialement par la façon dont elles diffèrent légèrement entre elles sur chaque île du groupe [...] Il est évident que ces faits et beaucoup d'autres analogues ne peuvent s'expliquer que par la supposition que les espèces se modifient graduellement » (Darwin, 2008);

- il commence alors à s'opposer au catastrophisme et adhère à l'uniformitarisme et au gradualisme de Lyell. Ce dernier définit les changements subis par la surface de la Terre comme étant le résultat de forces agissant de manière constante et graduelle.

« J'avais apporté avec moi le premier volume des Principles of geology de Lyell que j'étudiais attentivement, et ce livre me rendit de grands services »

2.1.2. Les techniques des éleveurs et la règle de la sélection

Après son retour en Angleterre, Darwin s'est intéressé aux travaux des éleveurs et fréquente les horticulteurs et colombophiles. Il constate que les éleveurs, pour améliorer les espèces, tiennent compte des variations spontanées, isolent les individus portants des traits intéressants et les accouplent avec des individus portant les mêmes caractères.

« Le pouvoir de sélection, d'accumulation que possède l'homme est la clef du problème ; la nature fournit les variations, l'homme les accumule dans certaines directions qui lui sont utiles [...] Je m'aperçus très vite que la sélection représenta la clef du succès qu'a rencontré l'homme pour créer des races utiles d'animaux et de plantes. Mais comment la sélection pouvait-elle être appliquée à des organismes vivant à l'état de nature ? »

2.1.3. La lecture de Malthus, un catalyseur

De nombreux spécialistes de Darwin s'accordent à dire que c'est la lecture d'un ouvrage de Thomas Robert Malthus (1766 – 1834), *Essai sur le principe de population* publié en 1798, qui a permis à Darwin de formuler un élément clé qui le conduira vers l'élaboration de sa théorie, le principe de la lutte pour l'existence et par la suite son *Principe de sélection naturelle*. C'est à partir de ce moment-là (1842) que Darwin commença à rédiger les premiers éléments de sa théorie.

2.2. L'œuvre de Darwin

L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle, publiée en 1859, va bouleverser les idées reçues en paléontologie, en zoologie mais également en philosophie et en religion. Pour en présenter ici les traits qui nous paraissent les plus significatifs, nous ferons essentiellement référence à deux auteurs, Gould et Mayr.

2.2.1. « Le trépied darwinien »

Dans un monumental ouvrage, Gould (2006) réalise une exégèse de l'œuvre et de la pensée de Darwin. Il montre notamment que l'évolution darwinienne repose sur trois piliers fondamentaux, ce qu'il nomme le « trépied darwinien » :

2.2.1.1. Pilier de « la nature des agents et du mode d'opération »

La sélection naturelle agit exclusivement sur les organismes, en accordant à certains d'entre eux une descendance plus importante qu'à d'autres. L'organisme, le phénotype, est

l'unique niveau sur lequel agit la sélection. L'organisme est en effet un individu au sens évolutionniste, au sens où il présente les caractéristiques fondamentales nécessaires au fonctionnement de la sélection darwinienne : des délimitations spatiale et temporelle nettes, un corps isolé de celui des autres (par la peau), une naissance et une mort, autrement dit une stabilité au cours de son existence ; une capacité à se « répliquer », avec une part de variabilité chez ses descendants, des différences qui le distinguent des autres individus avec qui il est en interaction (compétition).

2.2.1.2. Pilier de « l'efficacité de la sélection ».

La sélection naturelle suffit à expliquer l'apparition de nouvelles espèces (elle est créative et pas simplement exterminatrice), sans qu'il soit nécessaire d'invoquer d'autres phénomènes créatifs ni aucune « tendance intrinsèque » des organismes. Il faut et il suffit que la sélection agisse continûment sur un champ de variations entre phénotypes, les variations étant toujours abondantes, de faible ampleur et isotropes, c'est-à-dire sans « tendance » privilégiée.

2.2.1.3. Pilier du « champ d'applicabilité » du mécanisme évolutif fondamental

Cette action ininterrompue de la sélection naturelle au niveau des organismes, de génération en génération (micro-évolution), suffit, grâce à l'ampleur des temps géologiques, à « engendrer, par simple accumulation, toute la gamme du changement morphologique et de la diversité taxonomique » (Gould, 2006) et à expliquer l'histoire évolutive du vivant (macro-évolution) : la micro-évolution sous-tend, par extrapolation à l'échelle géologique, la macro-évolution.

« La nature agit uniformément et lentement durant de vastes périodes de temps sur l'ensemble de l'organisation, de toutes les façons pouvant bénéficier à chaque organisme » (C. Darwin, l'Origine des espèces, in S. J. Gould, 2006, p. 220).

2.2.2. Le paradigme évolutionniste de Darwin

Pour Mayr (1995), paléontologiste et biologiste, « il n'y a probablement pas, dans l'histoire des idées, de concept plus original, plus complexe et plus audacieux que l'explication mécaniste donnée par Darwin ». Il propose, dans son *Histoire de la biologie 2*, une classification de cinq idées principales qui constitue le paradigme évolutionniste de Darwin.

2.2.2.1. *L'évolution en tant que telle*

Bien qu'il ne soit pas le premier à avancer l'idée d'évolution, Darwin la structure en une théorie. Rappelons qu'à cette époque, l'opinion qui prévaut est celle d'un monde stable où les espèces sont fixes. Il est, à ce stade de la réflexion, intéressant de noter que Darwin lui-même n'a pas utilisé ce terme dans l'édition originale de son œuvre (Darwin, 1992 p. 548). Il parle en effet « seulement » de « descendance avec modification ». Gould (1997) nous explique les deux raisons qui ont poussé Darwin à ne pas utiliser ce terme :

- Depuis 1744, Von Haller l'utilise pour désigner une théorie embryologique à partir du mot latin « *evolvere* » qui signifie « dérouler ». Cette théorie va à l'encontre des idées nouvelles qu'avance Darwin. En 1859, la théorie de Haller étant à l'agonie, le terme évolution est alors libre !
- Une autre figure de l'époque victorienne, H. Spencer (1820-1903) s'empare du mot en 1862 en le liant à l'idée de progrès. Il définit l'évolution sur la base d'une augmentation de la complexité. Darwin est le seul à soutenir que le changement organique a pour unique résultat d'améliorer l'adaptation des organismes à leur environnement.

C'est donc à l'insu de Darwin que, très vite après la parution de la première édition de « *L'origine des espèces* », le terme Evolution s'est substitué à l'expression « Descendance avec modification ». Darwin se résout à l'utiliser dans des éditions ultérieures en s'appuyant sur le sens courant donné par l'Oxford English Dictionary à savoir que l'évolution c'est « *ce qui permet de passer d'un état rudimentaire à un état adulte ou complet* ».

Mais la confusion entre évolution et progrès était née et l'idée reçue « l'évolution mène au progrès » reste aujourd'hui très ancrée dans les esprits (Selosse & Godelle, 2007) !

2.2.2.2. *L'évolution par descendance d'ancêtres communs*

Mayr (1995) précise que « *Darwin fut curieusement le premier auteur à postuler que tous les organismes descendent d'ancêtres communs par un processus continu de branchements divergents* ». Il aurait été inspiré à ce sujet par son étude des pinsons des Galápagos. Cette idée, rapidement acceptée par la communauté des biologistes, a éclairé les scientifiques qui travaillaient alors sur l'ontogénie, l'anatomie et l'embryologie comparées. En retenant cette idée de descendance d'ancêtres communs, Darwin faisait de la théorie de la génération spontanée un « *processus superflu et incompatible avec l'idée de continuité* » (Mayr, 1995).

C'est à partir de ce moment que l'Homme est inclus dans l'arbre phylogénétique de la descendance commune. Darwin lui retire alors sa position privilégiée dans la nature, position assignée par la Bible.

2.2.2.3. Le gradualisme de l'évolution

Il postule que la nature ne fait pas de saut ; cette idée rencontra beaucoup de résistance car il fallait envisager les discontinuités observées, tant en biologie qu'en paléontologie, comme des « *artefacts de l'histoire* », qui s'expliquent par un double processus de divergence des caractères et de l'extinction. Au sein des populations, la concurrence et la colonisation de nouveaux espaces conduisent à la divergence continue des caractères mais l'extinction des types intermédiaires empêche l'observation des continuités entre notamment les taxons supérieurs.

2.2.2.4. La spéciation populationnelle ou l'apparition des espèces

C'est la division d'une espèce en plusieurs espèces filles, diversifiées. La spéciation explique donc l'apparition des espèces en considérant que le fait d'évolution se réalise au sein d'une population et non au niveau d'un organisme isolé. L'exemple le plus fréquemment cité dans la littérature est celui des Pinsons des Galápagos (De Panafieu, 2008). Grâce à cette étude, Darwin a découvert une caractéristique des îles océaniques, à l'origine d'une spéciation aujourd'hui appelée allopatrique, engendrée par l'isolement géographique d'espèces initialement interfécondes (Veuille, 2007).

2.2.2.5. La sélection naturelle

« *La théorie de la sélection naturelle fut la plus révolutionnaire des conceptions de Darwin. On dit qu'elle a détrôné Dieu* » (Mayr, *ibid*). En nous référant à Chaline (2006), nous retiendrons la définition suivante : la sélection naturelle est le résultat de l'interaction entre un organisme et son environnement. Si l'organisme possède des caractères compatibles ou neutres vis-à-vis de l'environnement, on dit qu'il est adapté ; dans le cas contraire, il peut être éliminé. Un caractère qui est neutre au moment de son apparition peut se révéler soit positif soit négatif à l'occasion d'un changement significatif des paramètres de l'environnement. On peut citer, comme exemple, le mélanisme industriel des phalènes du bouleau et la mise en évidence d'un polymorphisme de coloration. Autrement dit, les caractères avantageux héréditaires apparus par hasard permettent aux individus qui les portent d'avoir une plus forte descendance et donc d'envahir la population. Ils se transmettent donc mieux.

Darwin a étayé cette idée en reprenant l'exemple de la girafe que Lamarck avait pour sa part utilisé pour expliquer son idée de transformisme. Pour Darwin, les populations de girafe présentent une certaine variabilité touchant la taille du cou et la sélection naturelle favorisera les individus les mieux en rapport avec la hauteur des feuilles des arbres. Ces derniers auront le plus de chance de survivre et de se reproduire (Chaline, ibid).

Pour résumer, citons un extrait de l'Origine des espèces : « *La sélection naturelle, qui résulte de la lutte pour l'existence et qui implique presque inévitablement l'extinction des espèces et la divergence des caractères chez les descendants d'une même espèce parente, explique les grands traits généraux des affinités de tous les êtres organisés* » (Darwin, 1992).

Ce qui caractérise, de nos jours, la conception darwinienne de l'évolution, ce sont donc des constructions conceptuelles qui constituent des conditions de possibilités minimales sans lesquelles elle ne peut être comprise : l'idée de hasard dans la survenue de variations héréditaires, puis des mutations génétiques à partir de l'époque où les problématiques se sont développées en ces termes et l'idée de sélection naturelle qui, elle-même nécessite de raisonner en terme de population.

2.3. Les résistances à la théorie darwinienne

Nous le savons, malgré son ingéniosité et à cause de son approche qualifiée de révolutionnaire par E. Mayr, Darwin, en son temps, rencontra une farouche résistance à la publication de son ouvrage en 1859. Le principe de lutte pour l'existence est celui qui a le plus choqué ses contemporains car il donnait l'image d'une Nature sans providence. D'autre part, une grande difficulté venait notamment du fait que Darwin ne proposait aucun processus biologique explicatif de la variation. En effet, la science n'avait encore pas révélé les lois de la génétique qui, nous le verrons, permettront d'expliquer comment les caractères se transmettent aux descendants et comment de nouveaux caractères peuvent apparaître par hasard grâce aux mutations. Une analyse plus détaillée permet de nuancer les résistances. En effet, parmi les cinq aspects de la théorie darwinienne de l'évolution identifiés par Mayr, tous n'ont pas eu le même accueil :

- ✓ L'idée de la non constance des espèces, théorie la plus simple, n'est pas celle qui a été le plus facilement acceptée au moment de sa parution ;

- ✓ L'idée de la descendance d'ancêtres communs et de l'évolution arborescente des espèces n'a pas rencontré de résistances car, nous l'avons dit, elle expliquait de nombreux faits dont les similitudes observées entre espèces ;
- ✓ La théorie selon laquelle les espèces se modifient graduellement au cours du temps a, en revanche, rencontré une très forte opposition simplement parce que les naturalistes de l'époque étaient « essentialistes » c'est à dire qu'ils pensaient que les espèces étaient définies une fois pour toute, en bloc.
- ✓ La théorie darwinienne de la spéciation populationnelle est la plus complexe, dont les mécanismes ont été très longtemps débattus, y compris par Darwin lui-même, et ceci encore aujourd'hui.
- ✓ La théorie de la sélection naturelle fut la plus osée, la plus innovante et aujourd'hui la plus connue des théories darwiniennes. Elle est au cœur de la révolution darwinienne. C'est cependant celle qui a connu l'opposition la plus forte, la plus totale et la plus longue, sans doute parce qu'elle refoule en bloc le déterminisme et la téléologie de la vie.

Dans la société victorienne, la publication de *L'Origine des espèces* a, certes, provoqué des débats, parfois des réactions passionnées mais la société et les autorités britanniques, civiles et religieuses, se sont rendues à l'autorité du grand homme et aux arguments de ses défenseurs (Postel-Vinay, 2008).

En revanche, la publication en 1871 de *L'ascendance de l'homme* (*The descent of man*) relança vivement le débat de la place de l'Homme dans la nature. Le darwinisme dérangeait non seulement les chrétiens mais également les humanistes de l'époque « *pour qui l'homme est d'abord et avant tout un être de culture, un animal, certes, mais dont les comportements sont fondamentalement distincts des comportements animaux en ce qu'ils relèvent à la fois [...] de son histoire socioculturelle et de son libre arbitre* » (Postel-Vinay, 2008).

Cette rapide analyse dévoile que la plus grande résistance rencontrée par la théorie darwinienne de l'évolution est affaire de point de vue : tant que cette théorie « se limite » à expliquer les diversités des espèces excepté l'homme, elle n'est pas remise en cause, du moins par la société de l'époque. Il en est tout autrement à partir de 1871. C'est à ce moment là que la petite histoire a retenu la petite phrase de Lady Worcester, contemporaine de Darwin, encore d'actualité dans certains milieux et pour le grand public : « *Ainsi, l'homme descendrait*

du singe ; pourvu que cela ne soit pas vrai ; mais si cela devait l'être, prions pour que le peuple ne le sache pas » (Picq, 2007a).

Dans son *Introduction à la psychanalyse*, Freud (1856 – 1939) écrit en 1916 :
"Dans le cours des siècles, la science a infligé à l'égoïsme naïf de l'humanité deux graves démentis. La première fois, ce fut lorsqu'elle a montré que la terre, loin d'être le centre de l'univers, ne forme qu'une parcelle insignifiante du système cosmique dont nous pouvons à peine nous représenter la grandeur. Cette première démonstration se rattache pour nous au nom de Copernic, bien que la science alexandrine ait déjà annoncé quelque chose de semblable. Le second démenti fut infligé à l'humanité par la recherche biologique, lorsqu'elle a réduit à rien les prétentions de l'homme à une place privilégiée dans l'ordre de la création, en établissant sa descendance du règne animal et en montrant l'indestructibilité de sa nature animale. Cette dernière révolution s'est accomplie de nos jours, à la suite des travaux de Ch. Darwin, de Wallace et de leurs prédécesseurs, travaux qui ont provoqué la résistance la plus acharnée des contemporains ».

3. L'après Darwin et la théorie de l'évolution au XX^e siècle

Au tournant du XX^e siècle, les travaux de Mendel (1822 – 1884) sont redécouverts et conduisent à l'invention de la génétique. De Vries (1848 – 1935) et Morgan (1866 – 1945) établissent que la variabilité résulte de mutations dont certaines donnent naissance à des caractères nouveaux. Ces nouvelles connaissances dans le domaine de la génétique ont permis l'évolution de la pensée darwinienne. L'idée de l'évolution étant acquise, il s'est agi dès lors de proposer des mécanismes. La découverte des mutations par De Vries a également pour conséquence la remise en cause de la notion d'évolution graduelle défendue par Darwin : *Natura non facit saltum*. En 1926, la théorie des gènes formulée par Morgan affirme que le passage d'une espèce à une autre peut se faire par une mutation, un saut brusque, reprenant ainsi l'idée saltationniste de De Vries.

Nous exposerons ici l'essentiel des trois grandes théories aujourd'hui discutées dans la communauté scientifique en nous appuyant sur le travail de Corinne Fortin (1993) et en nous référant à l'ouvrage de J. Chaline (2006). Selon que l'on considère la variabilité au niveau individuel ou au niveau populationnel, deux grands courants vont alors se dessiner : un dans

le sillage de Morgan, la génétique typologique, et un dans le sillage de Dobzhansky, la génétique des populations.

3.1. La théorie synthétique de l'évolution ou néodarwinisme

Elaborée dans les années 1940, elle est l'œuvre d'un généticien, Dobzhansky, d'un statisticien, Fisher, d'un systématicien, Mayr, de deux biologistes, Huxley et Rensch et d'un paléontologiste, Simpson. Elle est l'aboutissement des travaux de la génétique des populations et propose une synthèse pluridisciplinaire qui s'appuie sur la génétique, la biogéographie, la paléontologie et sur d'autres disciplines biologiques telles que la systématique, l'écologie, l'éthologie ...

La théorie synthétique est fondée sur le concept d'évolution graduelle où les fréquences des gènes varient sous l'effet des mutations et de la sélection naturelle. Elle s'articule autour de 3 axes :

- l'évolution procède par petits pas (gradualisme) ;
- au cours des âges, les organismes se perfectionnent ;
- tout caractère existant a subi une sélection au cours de l'évolution.

Chaline (2006) propose de la résumer de la façon suivante : « *Les populations présentent une certaine variabilité génétique due à l'existence des mutations et des recombinaisons qui apparaissent et se font au hasard. Les populations évoluent graduellement par des changements dans la fréquence des gènes assurés par la dérive génétique aléatoire, le flux génique (mouvement des allèles entre des sujets interféconds appartenant à différentes populations) et la sélection naturelle. La formation des espèces se réalise selon le modèle de la spéciation allopatrique en lien avec l'isolement géographique. Comme les populations se trouvent dans des environnements présentant des caractéristiques favorables ou défavorables aux divers génotypes, la sélection naturelle assure la persistance ou l'élimination des individus en fonction de leur compatibilité avec les paramètres de l'environnement. Elle assure l'adaptation.* »

Le changement évolutif résulte donc de l'accumulation, au cours des générations, de milliers voire de millions de petites variations apparues par le hasard des mutations et triées par la sélection naturelle. Ce changement est graduel et, en se poursuivant sur de longues durées, induit des changements de grande amplitude pouvant atteindre les plus hauts rangs de la systématique.

3.2. La théorie neutraliste de Kimura (1968)

Les hypothèses formulées par ce généticien des populations tendent à minimiser voire à annuler le rôle évolutif de la sélection naturelle. Sa théorie stipule, en effet, que la majorité des mutations n'ont aucune valeur sélective ; elles se conserveraient ou non dans les générations successives seulement par le hasard des combinaisons héréditaires que décrivent les lois de Mendel. La théorie neutraliste postule qu'une certaine proportion de mutations est délétère et que le reste est sélectivement neutre. Cette proportion dépend des contraintes fonctionnelles de la molécule.

Kimura oppose l'évolution au niveau phénotypique caractérisée par l'adaptation, l'opportunisme, l'irrégularité des taux d'évolution entre les lignées à celle au niveau moléculaire où les changements sont de nature conservatrice et aléatoire et les vitesses tout à fait régulières et les taux égaux entre les diverses lignées pour une protéine donnée (Chaline, *ibid*). Quant à la sélection naturelle, pour Kimura, elle agit principalement au niveau phénotypique. Une autre notion intéressante de cette théorie est celle de mutations actuellement neutres qui, dans un contexte donné nouveau, pourraient devenir actives et permettraient à l'espèce d'être adaptée. Cela constitue une réserve de potentiel évolutif que l'organisme accumule dans son génome.

Théorie synthétique et théorie neutraliste se réfèrent toutes deux à la pensée populationnelle et à une approche gradualiste (Fortin, 1993). Les neutralistes considèrent que la structure et la fonction sont des facteurs déterminants du polymorphisme des protéines alors que, pour les sélectionnistes, les conditions de milieu sont déterminantes. Les sélectionnistes maintiennent une corrélation entre variabilité génétique et changements dans le milieu. Selon la théorie neutraliste, le génome est constamment renouvelé par fixation de mutations sans aucune valeur adaptative particulière. Seuls les changements de certaines fractions de l'ADN présentent parfois un caractère adaptatif conséquent de l'Evolution. Dans la théorie synthétique, le jeu régulier de la sélection naturelle retient les mutations et les mutants à caractère adaptatif et renouvelle ainsi progressivement le génome. Ici, seule la sélection naturelle est cause de l'Evolution.

3.3. La théorie des équilibres ponctués de Gould et Elredge (1972)

Cette théorie apporte un nouvel éclairage de l'évolution et de ses mécanismes en se référant aux archives paléontologiques. Elle s'inspire de l'explication proposée par Mayr au sujet de la spéciation et du rôle primordial de la population fondatrice : un isolement

géographique peut, à terme, conduire à un isolement génétique par rupture du flux génique (exemple de l'archipel des Galápagos). Pour Gould et Eldredge, deux paléontologues, la question était de savoir si les mécanismes de petite ampleur, les mutations, (microévolution) suffisaient pour rendre compte de l'évolution de plus grande ampleur, c'est-à-dire l'apparition des espèces (macroévolution) au sein des familles, des ordres ... (Brondex, 1999). Ils appuient leur théorie, notamment, sur l'étude des trilobites du dévonien de l'état de New York (genre *Phacops*). Ils ont montré que les archives paléontologiques présentaient peu d'exemples démonstratifs de l'évolution graduelle défendue par les tenants de la théorie synthétique et relèvent l'existence de discontinuités dans le phylum sans absence de sédimentation. Ce modèle évolutif affirme que les espèces restent immobiles durant la plus grande partie de leur histoire (stase), en équilibre avec leur milieu, avant que des périodes de transformation rapide, voire d'apparition soudaine d'une nouvelle espèce, ne viennent ponctuer cette stabilité. Autrement dit, il s'agirait de la formation soudaine d'espèces-filles succédant à une espèce-mère. Cela expliquerait la raison pour laquelle on ne trouve pas toujours tous les stades évolutifs quand on étudie une espèce : il manque les individus intermédiaires.

Cette idée n'est pas nouvelle puisqu'elle reprend l'idée saltationniste soutenue par De Vries au début du siècle qui parlait déjà du rôle évolutif des mutations de grande ampleur. Toutefois, Gould et Eldredge n'ont pas proposé de nouveau modèle élucidant la formation d'une espèce nouvelle. Les données récentes apportées par la biologie du développement, nous le verrons, alimentent à nouveau ce débat entre gradualisme et ponctualisme.

Pour conclure, le tableau 3 propose un comparatif de ces différentes approches (d'après Fortin, 1993).

Conception gradualiste de l'Evolution dont la population est au cœur du modèle	Théorie synthétique Adaptation : résultat de mutations retenues par la sélection naturelle au sein de la population Sélection naturelle adaptative, novatrice et non finalisée Microévolution, conséquence de l'adaptation, de l'accumulation des mutations conduisant à la macroévolution
	Théorie neutraliste Théorie mathématique basée sur la technique d'électrophorèse Polymorphisme moléculaire qui ne s'accompagne pas d'effets phénotypiques et ne semble pas lié aux paramètres de l'environnement Evolution moléculaire indépendante pour l'essentiel de l'adaptation L'évolution phénotypique ne reflète pas l'évolution moléculaire. L'influence du milieu et celle de la sélection ne sont généralement pas déterminantes dans l'évolution moléculaire.
Conception ponctualiste De l'Evolution dont l'espèce est au cœur du modèle	Théorie des équilibres ponctués La macroévolution (apparition d'espèces) ne se limite pas à la somme d'évènements microévolutifs (mutations). Espèce-mère ancestrale/ espèce-filles dérivée et spéciation allopatrique L'évolution n'est pas forcément graduelle ni lente, à l'échelle des temps géologiques.

Tableau 3 : les différentes approches de la théorie de l'évolution au XX^e siècle

Les modèles théoriques présentés ci-dessus ne constituent pas une remise en cause de l'évolution mais sont le résultat d'approches différentes. Considérons, par exemple, la notion

d'espèce (Fortin, 1993) : sous un dénominateur en apparence commun, l'évolution des espèces, théorie synthétique et théorie ponctualiste ne parlent pas de la même chose en utilisant le terme « espèce ». L'une s'intéresse à l'espèce biologique (critère d'interfécondité), l'autre à l'espèce paléontologique (critère morphologique).

4. Les recherches actuelles et les nouvelles orientations de la théorie de l'évolution

Le stade synthétique de la théorie de l'évolution des années 1940 marque une étape importante dans la compréhension de l'évolution mais les progrès scientifiques réalisés depuis sont si considérables qu'ils ont obligé les scientifiques à revisiter la plupart des concepts anciens. Mais les éventuelles remises en cause, loin de rejeter la théorie elle-même, la complètent par l'apport de nouveaux concepts plus globaux et plus explicatifs. Tous les domaines de recherche ont été rénovés, en premier la génétique avec la découverte de l'ADN et des gènes de régulation, les gènes Hox, mais aussi l'embryologie avec l'émergence d'une nouvelle discipline regroupant génétique et développement, la biologie du développement. La paléontologie, la systématique et l'écologie ont, elles aussi, subi des avancées novatrices. Ces nouvelles données ont conduit les spécialistes de l'évolution vers une nouvelle synthèse évolutive appelée Evo-Dévo.

4.1. Evo-Dévo, une nouvelle synthèse

Parmi les directions actuelles de la recherche sur l'évolution, celle qui est maintenant connue sous le terme Evo-Dévo associe génétique du développement, embryologie, anatomie et paléontologie dans une dynamique pluridisciplinaire extrêmement féconde.

Dans le domaine de la macro évolution, les avancées les plus spectaculaires concernent :

- La confirmation qu'il existe une grande unité entre tous les grands plans d'organisation du règne animal ;
- La formulation de nouvelles hypothèses sur l'origine de structures permettant d'expliquer comment des transformations rapides ont pu se produire et
- La complète remise en cause de l'histoire phylétique de certains groupes.

4.1.1. Les apports de la génétique

La découverte par Lewis en 1978 d'une catégorie particulière de gènes qui contrôlent la forme des organismes, les gènes homéotiques ou gènes architectes, représente l'une des plus

grandes avancées de la biologie en général et de la génomique en particulier. Ces gènes président à l'élaboration du plan de base d'un organisme.

Un des résultats les plus spectaculaires a été de démontrer que ces facteurs génétiques de régulation du développement chez les métazoaires sont uniques. Des complexes du même type (gènes homéotiques) ont été identifiés chez de nombreux groupes phylogénétiquement distants (arthropodes, annélides, cnidaires, échinodermes, vertébrés). Au-delà de cette similitude de structure, certaines fonctions ont parfois été conservées comme celle qui est à l'origine de la détermination de l'axe antéro-postérieur. Malgré cela, les plans d'organisation des organismes sont différents car il existe des divergences à la fois dans l'ordre d'activation des gènes et dans leur territoire d'expression.

L'origine unique de ces complexes de gènes est attestée par des expériences de substitutions entre organismes appartenant à des groupes ayant divergé depuis plusieurs centaines de millions d'années. Il est, par exemple, possible de « fabriquer » un oursin normal en substituant, au tout début de son développement, des gènes homéotiques de drosophile. Ceci a permis de montrer que les complexes homéotiques de l'oursin et de la drosophile sont homologues (David, 2007).

Quelques années plus tard, Gehring a prolongé les travaux de Lewis. C'est en 1983 qu'il fait sa première découverte sur la structure des gènes homéotiques de la drosophile. Il a en effet montré que ces gènes possédaient une partie commune, l'homéoboîte. C'est une séquence du gène composée de 180 nucléotides qui constitue la signature moléculaire des gènes homéotiques et qui régule le fonctionnement des gènes réalisateurs.

La découverte des gènes Hox et la distinction entre gènes architectes, qui contrôlent la formation des plans d'organisation, et gènes ouvriers, qui en assurent la mise en place, ont apporté une contribution essentielle à la compréhension de l'évolution des plans d'organisation c'est-à-dire à la macroévolution. En effet, les mutations des gènes architectes (gènes Hox) touchent en général des phases précoces du développement embryonnaire responsables de la mise en place du plan d'organisation. En revanche, les mutations des gènes ouvriers agissent plus tardivement dans le développement en provoquant des modifications ou des restructurations de moins grande ampleur que les précédentes. Elles aboutissent aux variations spécifiques (spéciations) et intraspécifiques et participent ainsi aux processus de diversification des espèces. Notons que les mutations des gènes Hox sont moins fréquentes que celles des gènes ouvriers car elles sont souvent létales.

Tous ces mécanismes sont soumis de façon ultime au verdict de la sélection naturelle qui retient au final seulement les caractères qui sont neutres ou avantageux vis-à-vis de l'environnement et élimine impitoyablement ceux qui sont désavantageux.

4.1.2. Evo-Dévo et la paléontologie

Dans l'élaboration de la théorie de l'évolution, la paléontologie a toujours joué un rôle majeur en apportant une dimension essentielle à l'évolution, sa dimension temporelle et historique. Les découvertes de fossiles sont autant de flashes d'informations le plus souvent partielles sur l'histoire de la Terre et du vivant. Grâce aux nouvelles méthodes de datation, les formes fossiles sont replacées dans un cadre chronologique et environnemental de plus en plus précis.

C'est la paléontologie qui apporte les meilleures preuves de l'évolution des espèces puisqu'elle permet de constater et de décrire de couches en couches, d'étages géologiques en étages géologiques, les changements morphologiques d'espèces en espèces.

La paléontologie révèle l'histoire des groupes, des embranchements, des espèces et permet d'accéder aux liens de parentés. En qualité de science historique, la paléontologie représente donc le volet temporel de la nouvelle approche Evo-Dévo. Mais la paléontologie a ses limites car elle ne permet pas d'accéder aux mécanismes évolutifs.

Parmi les avancées de la paléontologie, le développement des méthodes statistiques (analyses en composantes principales, analyses factorielles des correspondances) a permis d'étudier les populations fossiles avec plus de pertinence. L'analyse factorielle des correspondances a notamment permis de faire des comparaisons de populations multiples dans des environnements distincts. Toutes ces méthodes ont pour but d'analyser la structure et la variabilité des populations, de mettre en évidence les hétérogénéités et de tester les discontinuités.

Du point de vue de l'évolution, notamment en paléontologie, la découverte des gènes architectes est une percée majeure de la compréhension de nombreux phénomènes évolutifs énigmatiques qui étaient restés inexplicables par la théorie synthétique de l'évolution limitant les changements morphologiques à l'accumulation de milliers de mutations triées par la sélection naturelle. En effet, cela apporte aux paléontologistes des clés de lecture pertinentes pour expliquer comment certaines transformations rapides et sans intermédiaires ont pu se produire. Une seule mutation homéotique, puisqu'elle concerne la régulation du développement va avoir des conséquences phénotypiques très importantes.

Le fait qu'un seul ou que quelques gènes puissent être à l'origine de caractéristiques phénotypiques majeures telles que l'apparition d'organes, l'expression localisée de telle ou telle structure, l'organisation antéro-postérieure, permet d'expliquer l'absence fréquente d'intermédiaires stratomorphiques (formes stratigraphiquement et morphologiquement intermédiaires). L'existence de mutations touchant des gènes architectes et se produisant très tôt dans le développement peut ainsi participer à expliquer les innovations morphologiques propres à chaque plan d'organisation et les disjonctions entre les grands phylums.

« Evo-Dévo c'est la synthèse de la biologie du développement c'est-à-dire de la génétique et de l'ontogenèse avec celle de la paléontologie qui en dévoile la dimension temporelle dans une constante interaction pluridisciplinaire » (Chaline, 2006). La biologie dévoile les mécanismes potentiels et la paléontologie démontre ceux qui ont été à l'œuvre dans l'histoire de la vie. Elle apporte des preuves concrètes et permet de reconstituer la chronologie des événements génétiques et embryologiques majeurs.

L'ensemble des avancées dans le domaine de l'Evo-Dévo met en évidence un paradoxe. En effet, l'évolution est tout à la fois innovante par le jeu d'un accroissement gigantesque de la complexité et extrêmement conservatrice puisqu'à l'origine de cette complexité, sont présents, dans tous les groupes, des gènes architectes homologues.

« Nothing in biology makes sense except in light of evolution » (Rien n'a de sens en biologie, si ce n'est à la lumière de l'évolution). Ce célèbre aphorisme de Theodosius Dobzhansky (1900-1975) révèle bien ce qu'est la théorie de l'évolution pour un biologiste, le cadre conceptuel au sein duquel toute donnée scientifique trouve tout son sens (Le Guyader, 2007).

4.2. Autres champs de recherche

Peu de concepts fédèrent autant de disciplines que l'évolution. Les recherches actuelles visant à comprendre l'histoire et les mécanismes de l'évolution, à affiner l'arbre généalogique qui en résulte, impliquent des chercheurs travaillant tant dans les sciences de la vie que dans les sciences de l'univers. Jamais les collaborations entre ces chercheurs n'ont été aussi étroites. Des champs disciplinaires nouveaux sont nés de ce rapprochement entre, notamment, la génétique, l'écologie, la biologie du développement, la biogéographie, la systématique et la

paléontologie. En voici quelques éléments et extraits présentés par le dossier Sagasciences élaboré par le Centre National de la Recherche Scientifique².

✓ Des recherches en génétique des populations

La génétique des populations considère la population, et non l'individu, comme étant le niveau auquel se décide l'évolution. Pour autant, les généticiens qui étudient l'évolution au niveau des populations reconnaissent que le principal facteur de l'évolution, la sélection naturelle, agit sur les individus mais que la diversité des génotypes est engendrée par la population. L'étude des fréquences alléliques au sein de populations conduit à la notion de « dérive génétique ». *« La dérive génétique nous apprend que l'hypothèse nulle de l'évolution n'est pas la fixité des espèces mais un changement erratique des fréquences. C'est une simple conséquence du fait que l'hérédité est particulière »*. A force de fluctuer, les fréquences alléliques d'un caractère tendent vers la valeur zéro. La variabilité disparaît et ne peut être restaurée que par mutation. Selon l'environnement où se trouvent les populations, certaines mutations peuvent être tour à tour désavantageuses, neutres ou avantageuses. La question qui se pose alors porte sur le mécanisme de sélection naturelle : selon les cas, *« des trois composantes de la sélection naturelle, laquelle est, dans les faits, le facteur limitant de l'évolution ? Est-ce le taux d'apparition des mutations avantageuses ? Est-ce l'excès reproductif ? Est-ce le changement des conditions de l'environnement ? C'est un des mystères qui restent à résoudre pour la génétique des populations »* (Veuille, 2007).

✓ Des recherches sur le mécanisme de la sélection naturelle

« Dans les études de sélection naturelle, on cherche à identifier les différentes forces évolutives en jeu, en particulier de dégager le rôle de la dérive de celui de la sélection : quelle est la part du hasard dans l'évolution d'un trait donné ? Quelle est la part des contraintes de développement inhérentes à un groupe d'organismes particulier ? Quelle est la part de la sélection naturelle ? On cherche aussi à identifier les différents niveaux de sélection. Par exemple, nous savons que la reproduction sexuée accroît la diversité génétique, ce qui permet aux populations ayant adopté ce mode de reproduction de s'adapter plus rapidement en réponse à des variations des forces sélectives, induites par exemple par des modifications du milieu. Mais est-ce la raison pour laquelle la plupart des espèces se reproduisent sexuellement ? Ou bien au contraire cet avantage évolutif à long terme, qui

² <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/accueil.html>

conduit à l'extinction préférentielle des lignages non sexués, n'est-il pas que le sous-produit de la sélection à un autre niveau, sélection telle que les individus sexués sont avantagés pour d'autres raisons que cet avantage à long terme ? » (Joron & Olivieri, 2007)

✓ Des recherches en écologie

« L'écologie évolutive incorpore directement les résultats des travaux conduits sur la génétique des populations et sur les mécanismes de la sélection naturelle. C'est avec les avancées récentes en génétique moléculaire, informatique et modélisation (qui ont notamment fourni des outils performants pour les analyses statistiques en génétique quantitative et en biologie comparative) que les écologues évolutifs ont pu intégrer d'une façon plus explicite les processus liés aux relations de descendance et les contraintes évolutives dans leurs programmes de recherche. L'écologie évolutive moderne s'attache donc à considérer à la fois la valeur adaptative des traits et leur capacité à évoluer, et ne se limite plus seulement à tester des hypothèses adaptatives simples sans prendre en compte les contingences historiques. Le recours à l'approche expérimentale permet, de plus, de confirmer certaines des relations de cause à effet supposées. L'écologie évolutive s'appuie aussi de façon très significative sur une modélisation théorique des problèmes » (Boulinier, 2007).

✓ Dans le champ de la biologie moléculaire

La phylogénie moléculaire est, au sein de la systématique, une science qui fonde ses phylogénies principalement sur des séquences d'ADN, d'ARN ou de protéines. Les chercheurs ont aujourd'hui à leur disposition des banques de données internationales considérables (Lecointre, 2007).

Depuis une dizaine d'années, l'extraction et l'amplification (multiplication) de l'ADN fossile à partir de restes anciens de plantes et d'animaux ont été rendues possibles grâce au développement des techniques de la biologie moléculaire. *« Dans une perspective d'évolution moléculaire, les séquences peuvent servir à déterminer les relations de parenté entre espèces actuelles et fossiles. La première étude publiée sur l'ADN fossile a permis, à partir d'une peau naturalisée de cent quarante ans, de construire un arbre phylogénétique fondé sur des données moléculaires, reliant le quagga (espèce fossile d'équidés sauvages, exterminée d'Afrique en 1883 et paraissant combiner des traits de cheval et de zèbre) avec les espèces d'équidés actuelles. Cette analyse et les suivantes ont montré que le quagga était étroitement apparenté au zèbre de Burchell. D'autres travaux ont porté sur des animaux*

aussi variées que l'ours des cavernes, le thylacine (loup marsupial de Tasmanie qui a disparu de la faune endémique d'Australie dans les années 1930) ou les moas, oiseaux ratites aptères de Nouvelle-Zélande, connus au Pléistocène et qui ont disparu au XV^e siècle. L'étude d'une portion du génome mitochondrial (ARN 12S) a montré que les moas et les kiwis n'étaient pas étroitement apparentés, mais ce résultat a été contredit ultérieurement par l'étude d'un autre gène mitochondrial (cytochrome b) et même par l'analyse d'un autre alignement possible des séquences ayant permis la reconstruction phylogénétique » (Barriel, 2007).

5. L'évolution du vivant, science théorique ; l'évolution du vivant, science historique

Nous venons de voir que la biologie de l'évolution s'est construite grâce à la contribution de presque toutes les disciplines des sciences de la vie et de la terre. Toutes ces disciplines ne s'appuient pas sur les mêmes postulats méthodologiques. Aussi, pour poursuivre la réflexion engagée, il nous semble maintenant important de définir les caractéristiques qui font de l'évolution, à la fois, une science à part entière et une science particulière.

5.1. Les contours de la science moderne

Riopel (2006) définit une science comme un ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet et une méthode déterminés et fondés sur des relations objectives vérifiables. Autrement dit, pour être scientifique, une discipline (un énoncé) doit être objective, systématique et rigoureuse. Ses idées doivent être testables d'une façon ou de l'autre et ces tests doivent pouvoir être répétés. La communauté des chercheurs doit pouvoir examiner et remettre en question publiquement tout résultat douteux. Seules les théories établies selon ces critères et qui résistent à l'examen des spécialistes sont dignes d'être acceptées comme vraies, du moins jusqu'à preuve du contraire !

Jusqu'au XVIII^e siècle, la science est le serviteur de la théologie. C'est dans ce cadre que Linné établira sa classification binomiale. L'émergence des sciences, telles que nous les définissons aujourd'hui, date du XVIII^e siècle. Un nouveau contrat est défini, on explique la Nature à partir des ressources de la Nature. Citons, par exemple, Buffon (1707-1788) qui expérimenta sur l'âge de la Terre dans les forges de son domaine ; il ne se réfère plus

seulement aux Saintes Ecritures. C'est le moment où le matérialisme philosophique énonce la condition méthodologique qui fonde les sciences modernes. Désormais, la connaissance du monde réel se caractérise par une universalité non dogmatique : il ne suffit plus de déclarer, par autorité ou tradition, qu'un texte est sacré pour que ces assertions soient considérées comme universellement valables (Lecointre, 2007). Cette connaissance du réel doit s'appuyer sur l'expérience scientifique qui établit un rapport direct au monde réel. La science doit alors respecter, dans son approche méthodologique, quatre piliers indissociables :

- Pilier I : le scepticisme initial sur les faits et leur interprétation ; il n'existe pas de programmation de la découverte !
- Pilier II : le réalisme. Il existe un monde à l'extérieur du laboratoire qui ne dépend pas de la perception et des idées que nous en avons ;
- Pilier III : la rationalité et la logique : principe de parcimonie et
- Pilier IV : le matérialisme méthodologique. Tout ce qui est appréhendable est matière ou propriété de celle-ci. Ce postulat fonde la reproductibilité des observations et des expériences.

Ces quatre piliers garantissent la production de connaissances objectives, vérifiables par des observateurs indépendants. La connaissance scientifique est donc une construction collective qui s'appuie sur une validation collective. Nous verrons que les détracteurs de la théorie de l'évolution entretiennent nombre de confusions (fait/valeur, amoralisme/immoralisme) afin d'argumenter un discours anti-évolutionniste.

Pour qualifier une science et, par là même, la distinguer de doctrines religieuses, on peut appuyer une argumentation sur des critères de scientificité. Rumelhard (2007) identifie deux axes de réflexion :

- Un premier axe qui consiste à mettre à l'épreuve des faits, théories ou hypothèses. Il est alors nécessaire de distinguer un travail « en positif » qui cherche à prouver par le biais « d'expériences de mises en évidence » et un travail « en négatif » qui cherche soit à réfuter les explications avancées soit à rechercher les écarts entre la théorie et les faits.
- Un deuxième axe où le travail scientifique est orienté vers la fécondité des concepts.

Le plus célèbre des critères de scientificité est le critère de réfutation énoncé par Popper : une théorie ne saurait être tenue pour scientifique si elle ne s'expose pas au risque d'être

réfutée par une preuve expérimentale, singulière, déductible de ses propres prémisses. Pour Rumelhard, ces critères définis « *a priori, de manière logique et non historique, extérieure et antérieure au travail d'un savant, appliqué à un objet naturel donné et qui soient applicables de manière éternelle et universelle à toutes les sciences* » se situent en dehors de l'histoire concrète d'une science donnée qui tente de définir, au fur et à mesure de ses avancées, des critères de validité.

Le critère de réfutation ne s'applique pas de façon pleinement satisfaisante dans le cas de la science de l'évolution. En effet, appliqué à la théorie et aux hypothèses sur les mécanismes de l'évolution, il conduisait à l'époque et conduit encore actuellement à la rejeter comme non scientifique (Rumelhard, 2006). C'est notamment en s'appuyant sur ce critère que les détracteurs de Darwin ont cherché et cherchent encore à faire vaciller la théorie : pour les créationnistes, la théorie de l'évolution ne peut pas être logiquement falsifiable.

Le deuxième aspect contestable que soulève Rumelhard est lié au fait que ce critère tend à privilégier l'activité expérimentale au laboratoire et sur le terrain selon les normes de la physique. Le fait que l'évolution du monde vivant est contingente et qu'elle se déroule sur de très longues durées et de façon irréversible prend ce critère en défaut.

Dans le cas de la science de l'évolution, Rumelhard retient le critère dynamique et heuristique du travail scientifique et l'idée de concept en attente : « *Il faut apprécier la capacité de progrès et d'intégration contenue dans un concept nouveau, l'efficacité d'un développement du savoir, l'ouverture d'un champ de recherche* ». Au milieu du XIX^e siècle, Wallace et Darwin ont fait preuve d'*audace* en proposant une conjecture dont les affirmations apparaissent en porte à faux par rapport au savoir acquis contemporain (Chalmers, 1987). L'hypothèse de sélection naturelle telle que Darwin l'a proposée en 1859, sans fournir de preuves concrètes, a, *a posteriori*, ouvert un champ indéfini de travaux. Ces recherches ont complété, complexifié la théorie sans jamais la remettre en cause fondamentalement. D'autre part, l'hypothèse de sélection naturelle « *a un pouvoir explicatif et unificateur car elle explique plusieurs classes de faits indépendants tels que la succession géologique des êtres organiques, leur distribution dans les temps passés et présents, leurs affinités mutuelles et leurs homologues* » (Rumelhard, 2006).

5.2. Sciences de l'évolution et régimes de la preuve

La question qui se pose alors est celle de la preuve : peut-on prouver l'évolution ? On ne peut pas comprendre les sciences de l'évolution si l'on n'a pas conscience qu'elles renferment différents régimes de preuves.

La biologie de l'évolution se situe dans un domaine hybride entre l'approche expérimentale et l'approche historique aux procédures de validation et de réfutation spécifiques. Elle est caractérisée par une dynamique qui repose sur le fait qu'une idée est féconde, qu'elle est moteur de recherche et non pas seulement sur le fait qu'elle est vraie c'est-à-dire prouvée, soumise à l'épreuve expérimentale. Nous l'avons vu, Rumelhard parle de la fécondité des concepts et retient le critère dynamique et heuristique : on ne peut pas, *a priori*, juger de la fécondité d'un concept. C'est l'avenir d'un concept qui justifie sa valeur.

Aujourd'hui, il n'est plus à démontrer la fécondité du concept et de la théorie de l'évolution énoncées par Charles Darwin au XIX^e siècle !

Nous l'avons dit, toutes les disciplines de la biologie participent ou ont participé à l'évolution de la théorie initialement formulée par Charles Darwin. De nombreux auteurs dont Mayr (1995) et Chaline (2006) montrent que le vivant possède une histoire. Le vivant s'est modifié au cours de cette histoire et l'état actuel du monde, la biodiversité se justifient à la lumière de l'évolution. Aujourd'hui, un biologiste qui s'intéresse aux causes immédiates ou fonctionnelles doit prendre en compte que la fonction qu'il étudie est le résultat de causes lointaines qui ont été à son origine (Aroua, 2006).

Pour Pascal Picq (2007a) et Guillaume Lecoindre (2007), d'un point de vue épistémologique, la théorie de l'évolution est double :

- c'est une science des structures qui mobilise des disciplines comme l'anatomie comparée, embryologie descriptive, la paléontologie, la systématique, la phylogénie moléculaire, etc. ;
- c'est une science des processus qui mobilise la génétique moléculaire, l'embryologie, la physiologie, la génétique des populations, l'écologie ...

La biologie de l'évolution est donc bien une science particulière qui se partage entre approche expérimentale et approche historique. Autrement dit, la théorie de l'évolution possède un versant historique dans le sens où elle étudie les faits de l'évolution et un versant explicatif correspondant aux modèles explicatifs des modalités de l'évolution (David & Samadi, 2006).

Les recherches sur les processus s'intéressent à la question « Comment cela se fait-il ? ». En observant et en expérimentant, les scientifiques cherchent à mettre en évidence des mécanismes. Ces recherches sont caractérisées par leur reproductibilité en d'autres lieux, selon les mêmes protocoles.

Les diverses manipulations effectuées en biologie moléculaire révèlent le mode de duplication et d'expression des gènes. La génétique du développement montre comment des gènes, leurs arrangements, leur expression et leurs interactions guident ou modifient la construction de l'organisme. Les gènes architectes ont des effets connus et reproductibles sur l'embryogenèse. Si on s'intéresse non plus à l'organisme mais à des populations, des expériences effectuées sur des populations à taux de reproduction rapide (entités unicellulaires, insectes, rongeurs) mettent en évidence des mécanismes de dérive et de sélection. Avec le temps, les chercheurs établissent des phylogénies grâce à des observations. Avec des bactéries, il est possible de faire des « phylogénies expérimentales » (Lecointre, 2007). De telles expériences se pratiquent dans des conditions plus difficiles en écologie. L'observation du repeuplement d'une aire géographique, comme une île après un épisode volcanique, décrit les effets fondateurs, les dérives, la compétition entre les espèces et leurs conséquences. Les disciplines concernées révèlent ainsi l'adaptabilité des organismes et les mécanismes de variabilité. Il est vrai que le caractère de reproductibilité est plus difficile à obtenir au fur et à mesure que l'on monte dans la hiérarchie du vivant, depuis le gène jusqu'aux systèmes écologiques en passant par la biologie du développement, l'embryologie, la physiologie, l'éthologie et l'écologie.

En tant que science historique, l'évolution explique la répartition des structures dans le monde vivant. Autrement dit, elle décrit l'organisation du monde vivant et vise à répondre à la question « comment cela s'est-il fait ? ». Elle repose sur des sciences des structures, des sciences de l'observation et de la comparaison. L'anatomie comparée, la systématique moléculaire, la paléontologie conduisent à la construction d'un arbre phylogénétique qui rend compte de toute l'histoire du vivant.

La preuve historique consiste à observer des faits actuels, les mettre en cohérence, en déduire les conditions du passé à l'origine des faits. Les observations de départ étant reproductibles, la preuve historique est donc reproductible par autrui. Elle produit donc une connaissance objective.

Par exemple, pour établir des phylogénies, les chercheurs construisent des arbres qui rendent compte des degrés d'apparentement des êtres vivants entre eux. Ces arbres résultent d'un exercice de reconstitution à partir d'observations des attributs des êtres vivants (nombre de pattes, présence de poils, d'un pouce opposable ...). Dans cette approche, les fossiles ont un double rôle en complétant l'arbre phylogénétique et en indiquant les périodes et les modalités de séparation entre les lignées.

L'arbre phylogénétique traduit non seulement les degrés relatifs d'apparentement des espèces par l'emboîtement de leurs attributs mais il raconte également le déroulement historique de leur apparition c'est-à-dire l'ordre relatif de leur acquisition. Les chercheurs participent donc à la reconstitution d'une histoire argumentée et vérifiable par autrui (Lecointre, 2007).

Pour Aroua (2006), la théorie de l'évolution doit surmonter deux obstacles pour se constituer en tant que théorie scientifique. Elle doit, d'une part, s'affranchir de toute référence métaphysique et, d'autre part, s'imposer en tant que science historique ayant une méthodologie particulière, la démarche d'enquête. Cette démarche historique se base sur la production d'énoncés reconstituteurs des événements passés par un procédé de validation par inférence. Pour David et Samadi (2006), la théorie de l'évolution répond pleinement au sens fort du terme : *construction rationnelle qui permet d'expliquer et de prédire des phénomènes naturels*. De plus, il est à ce jour impossible de douter de la pertinence de la théorie de l'évolution tant les preuves sont légion même si des zones d'ombres persistent du fait d'une documentation fragmentaire.

Un tableau pour résumer la dualité de la science de l'évolution :

	EPISTEMOLOGIE	BIOLOGIE MODERNE	
		Sous-disciplines	Notions Concepts en jeu
SCIENCE DE L'EVOLUTION	Science des processus Comment cela SE fait ? Preuve de nature expérimentale	Génétique Embryologie Immunologie Physiologie Biomécanique Neurosciences Ecologie Ethologie Biologie des populations Biostatistique	Parenté Adaptabilité des organismes Mécanismes de variabilité (mutations, recombinaisons, duplications, transpositions)
	Science des structures Comment cela S'EST fait ? Preuve de nature historique	Anatomie comparée Physiologie comparée Embryologie comparée Systématique morpho- anatomique Systématique moléculaire Ethologie comparée Paléontologie	Temps Arbre phylogénétique Dernier ancêtre commun (LUCA)

Tableau 4 : Science de l'évolution et régime de preuves

Pour conclure, nous pouvons dire que :

- L'évolution est une science puisque qu'elle permet de faire avancer la connaissance, s'efforce de rendre compte des faits du monde naturel et de construire des théories (Gould, 2000) ;
- La science de l'évolution se situe dans un champ de recherche hybride entre l'approche expérimentale et l'approche historique (Rumelhard, 2007), chacune ayant ses méthodes, ses modes de validation ;

- Le concept d'évolution est un concept fécond en ce sens qu'il alimente de très nombreuses recherches à tous les niveaux du vivant et qu'il vise à accroître la connaissance ;
- La théorie de l'évolution est une théorie scientifique puisqu'il s'agit d'une construction rationnelle qui permet d'expliquer et de prédire des phénomènes naturels.

6. Vers une représentation graphique du concept d'évolution du vivant

Les précédents développements ont permis une analyse de l'objet d'étude retenu, l'évolution du vivant, et de la théorie que le sous-tend. C'est un domaine de connaissances très étendu et complexe. A ce stade de notre réflexion, il nous paraît intéressant de réfléchir à un mode de représentation de ce concept.

Les représentations spatiales ont pour fonction première d'aider à la gestion des connaissances et une bonne cartographie peut permettre une meilleure maîtrise d'un domaine de connaissances. Elles peuvent favoriser la compréhension de la dimension contextuelle et systémique d'un concept en présentant une vue d'ensemble simplifiée d'un réseau de concepts. Jacobi (1994) évoque *l'effet de supériorité des images* développé par Reid en 1984. Dans les recherches actuelles, les représentations spatiales sont très présentes dans les publications anglo-saxonnes du *Journal of Research in Science Teaching* (JRST) et du *International Journal of Science Education* (IJSE). Elles concernent soit les travaux sur les conceptions des apprenants soit les travaux sur le savoir à enseigner.

Jacobi, Bouquillon & Prevost (1994) ont recensé quatre familles de représentations spatiales de concepts scientifiques, seules les deux premières faisant l'objet d'une formalisation théorique :

- la carte de concepts, outil proposé par Novak (1990) ;
- la trame conceptuelle, proposée par des équipes de l'INRP (Astolfi & al., 1997) ;
- le réseau conceptuel ;
- le modèle conceptuel.

Nous avons choisi de nous référer aux travaux développés par l'équipe de Joseph D. Novak à l'université de Cornell depuis les années 70 sur les cartes conceptuelles (*Concept Maps*). Cette équipe cherchait alors à comprendre les mutations du savoir scientifique des enfants (Novak & Canas, 2006).

6.1. Définition et origine des cartes de concepts

La formalisation du *Concept Mapping* par Novak en 1972 s'inscrit dans le mouvement du behaviorisme qui a donné naissance à la pédagogie par objectifs (Tiberghien, 1994).

Les cartes conceptuelles sont « *des outils pour l'organisation et la représentation des connaissances. Elles comportent des concepts, généralement notés dans un certain nombre de modèles de cercles ou de cases, et des relations entre ces concepts, qui sont indiqués au moyen de lignes. Des mots sur ces lignes précisent la relation entre deux concepts.* » (Novak & Canas, 2008).

Le programme de recherche de l'équipe de Novak était basé sur la psychologie cognitive de David Ausubel dont le principe fondamental est que l'apprentissage se produit par assimilation de nouveaux concepts et propositions au sein de structures cognitives préexistantes. Cette théorie de l'assimilation établissait une distinction essentielle entre apprentissage par cœur (rote learning) et apprentissage significatif (meaningful learning). L'apprentissage dit signifiant requiert trois conditions :

- Le matériau à étudier doit être clair au plan conceptuel et présenté en des termes et avec des exemples qui tiennent compte des connaissances antérieures de l'apprenant ;
- L'apprenant doit posséder une connaissance antérieure pertinente autrement dit un savoir préalable approprié ;
- L'apprenant doit choisir d'apprendre de façon significative. C'est ici la question de la motivation qui est posée.

En prenant appui sur ces trois conditions, l'idée de Novak a été de représenter, sous forme de cartes, les connaissances conceptuelles. Un concept est défini comme « *une régularité perçue dans des événements ou des objets, ou comme l'archive d'événements ou d'objets, désignés par une étiquette.* » (Novak & Canas, 2008). L'étiquette, pour la plupart des concepts, est un mot. En sciences, un concept est avant tout « *un outil intellectuel qui se veut objectivé et qui établit entre des phénomènes une relation suffisamment générale et invariante pour autoriser la prévision de résultats ou d'effets* » (Astolfi, 1997). En tenant compte de la spécificité des concepts scientifiques, Rumelhard (cité dans Astolfi, 1997) définit un concept de la façon suivante :

- un concept scientifique remplit une fonction opératoire dans l'interprétation de certaines observations ou expériences. C'est un outil permettant d'appréhender la réalité, un instrument de théorie pour la compréhension des phénomènes ;
- un concept fonctionne toujours en relation avec d'autres concepts. Il est un nœud dans un réseau de relations, cohérent et organisé ;
- la formulation d'un nouveau concept peut révéler des contradictions, permettre de formuler différemment des questions dans d'autres domaines.

Le concept de *Concept Map* s'appuie sur une théorisation et sur un ensemble de règles à suivre en vue de l'élaboration d'une carte. Une carte conceptuelle est donc un outil qui a pour objet de visualiser les concepts et qui assure une fonction de clarification d'un domaine et d'organisation des connaissances dans un domaine donné. Elle correspond à un corpus de connaissances qu'il est indispensable de délimiter avec rigueur et précision (Jacobi & Prévost, 1994). La figure 1 présente un exemple de carte conceptuelle sur le *Concept Mapping*.

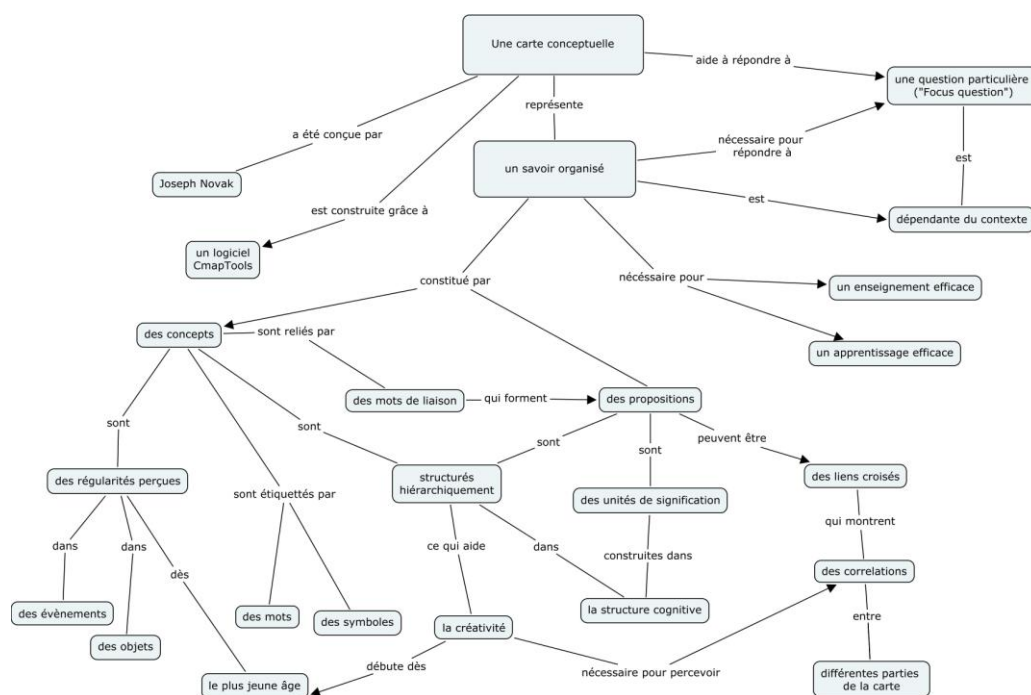


Figure 1 : Les fondements d'une carte conceptuelle

On peut définir quatre caractéristiques principales d'une carte conceptuelle :

- Les concepts sont représentés comme des nœuds : la triade nœud-lien-nœud forme une proposition signifiante, appelée unité sémantique (semantic unit) ;

- Les concepts sont représentés de façon hiérarchique. Les concepts les plus généraux sont placés en haut de la carte et les plus spécifiques sont disposés en dessous. La lecture d'une carte se fait donc en général de haut en bas ;
- L'inclusion de liens croisés (cross-links) aide à voir comment certains domaines de connaissances de la carte conceptuelle sont reliés entre eux ;
- Une carte conceptuelle cherche à répondre à une question particulière (focus question) préalablement définie. C'est cette question qui définit le contexte dans lequel la carte est construite et qui fonde la hiérarchisation évoquée ci-dessus.

La construction d'une représentation spatiale d'un concept scientifique repose sur une succession d'étapes qui débute par la textualisation du savoir. Tiberghien (1994) insiste sur l'importance du « texte de base » qui définit les connaissances partagées par l'ensemble de la communauté des scientifiques à un moment donné sur un concept donné. Les cartes conceptuelles sont également considérées par certains chercheurs comme un puissant outil de méta-cognition (Jacobi & Prévost, 1994).

Un logiciel, développé par l'IHMC (Florida Institut for Human & Machine Cognition) permet de construire des cartes conceptuelles (Novak & Canas, 2008). Il s'agit de CMapTools dont la version 3.4 (la plus récente) est disponible sur le site de l'IHMC (<http://cmap.ihmc.us>). Pour construire une carte conceptuelle, il faut procéder en plusieurs étapes, procédure qui débute impérativement par la définition d'une question particulière ou *focus question*.

On peut alors repérer 7 étapes qui s'enchaînent :

1. lister les concepts dont on a besoin pour répondre à la question choisie ;
2. les ordonner ;
3. commencer la carte conceptuelle avec les concepts les plus généraux perçus comme *des régularités dans les événements ou les objets et désignés par des étiquettes* ;
4. choisir les mots de liaisons les plus explicites pour relier les concepts ;
5. continuer la construction en respectant une hiérarchie, du concept le plus général au concept le plus spécifique ;
6. définir les possibles liens croisés qui montrent les corrélations entre les différentes parties de la carte ;
7. affiner la structure de la carte.

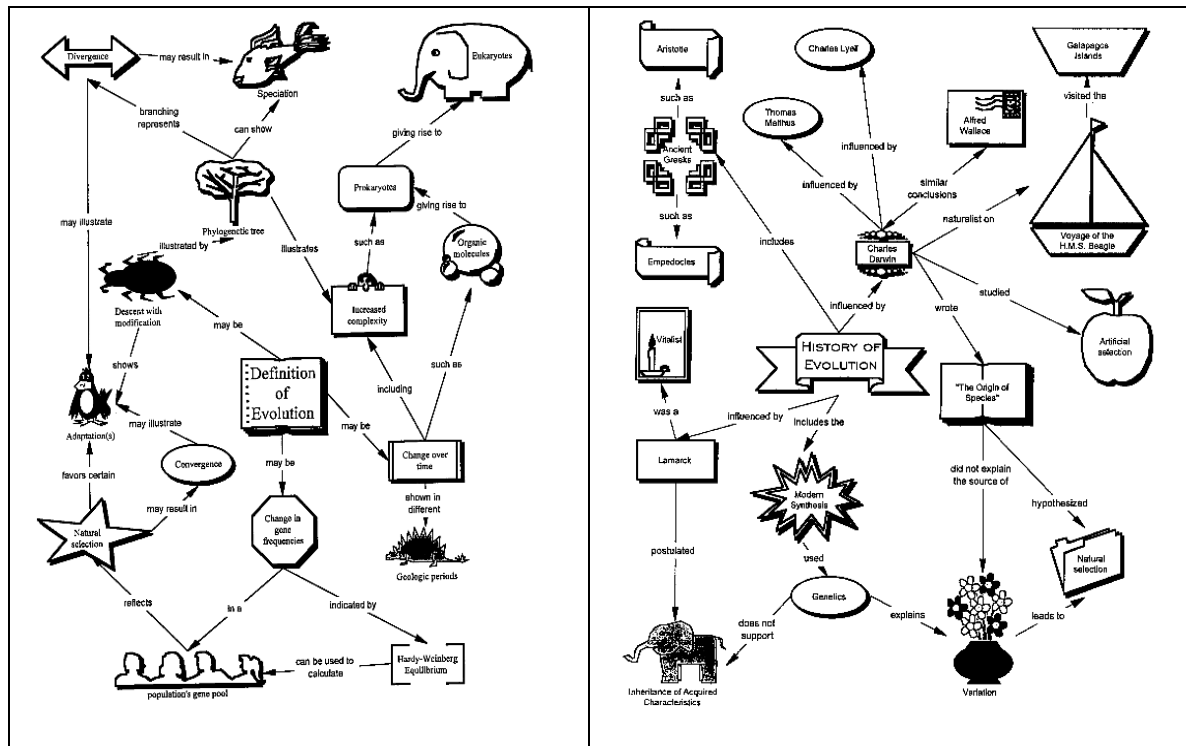
6.2. Concept d'évolution et cartes conceptuelles

Nous avons choisie de réfléchir à une représentation spatiale du concept d'évolution afin de favoriser l'accessibilité au concept par un traitement didactique. Après la présentation de cartes existantes et une rapide analyse, nous ferons une proposition de carte conceptuelle.

6.2.1. Des cartes existantes

Une recherche a permis de trouver, sur des sites Internet uniquement anglo-saxons, plusieurs cartes conceptuelles se rapportant au concept d'évolution. Elles ont toutes été élaborées dans le cadre d'une réflexion sur l'enseignement de l'évolution et leurs auteurs encouragent les enseignants à les utiliser en tant que supports ou activités de cours. Aucune référence française n'a, à ce jour, été trouvée.

- Beeson & Culp (1995) proposent quatre cartes très imagées dont les intitulés sont : *definition of evolution*, *history of evolution*, *evidence of evolution* et *mechanisms of evolutionary change*. Ces cartes sont publiées sur le site du *The National Health Museum* dans une rubrique intitulée « *Using concept map to teach evolution* » et sont destinées à des lycéens (grades 9-12).



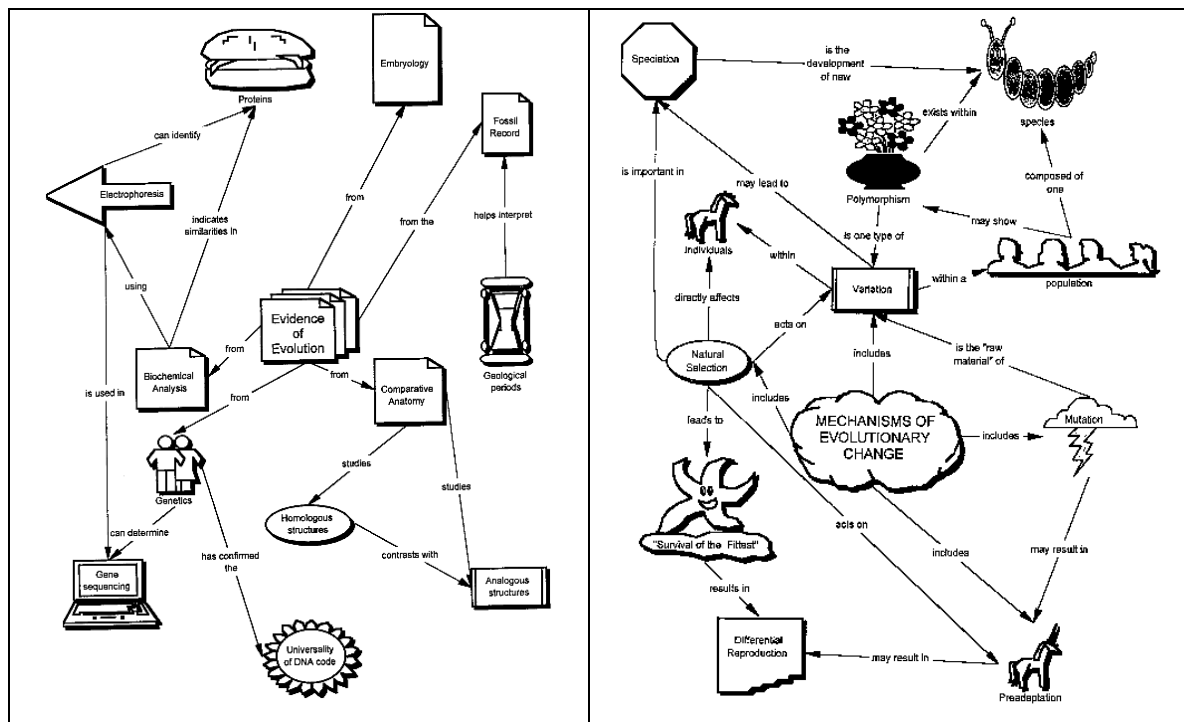


Tableau 5 : **Quatre** **cartes** **conceptuelles**

http://www.accessexcellence.org/AE/AEPC/WWC/1995/concept_maps.php

- Gimble (2006) en se référant explicitement aux travaux de Novak et Canas (2006) propose une fiche technique « Teacher guide to mapping evolutionary concepts using Cmap tools » et une carte explorant la question « What is the scientific basis for evolution ? ». Certaines étiquettes-concept renvoient l'utilisateur de la carte à une explication sur un site créé en 2006 par The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, and the Regents of the University of California de l'université de Berkeley et intitulé Welcome to understanding evolution for teachers.

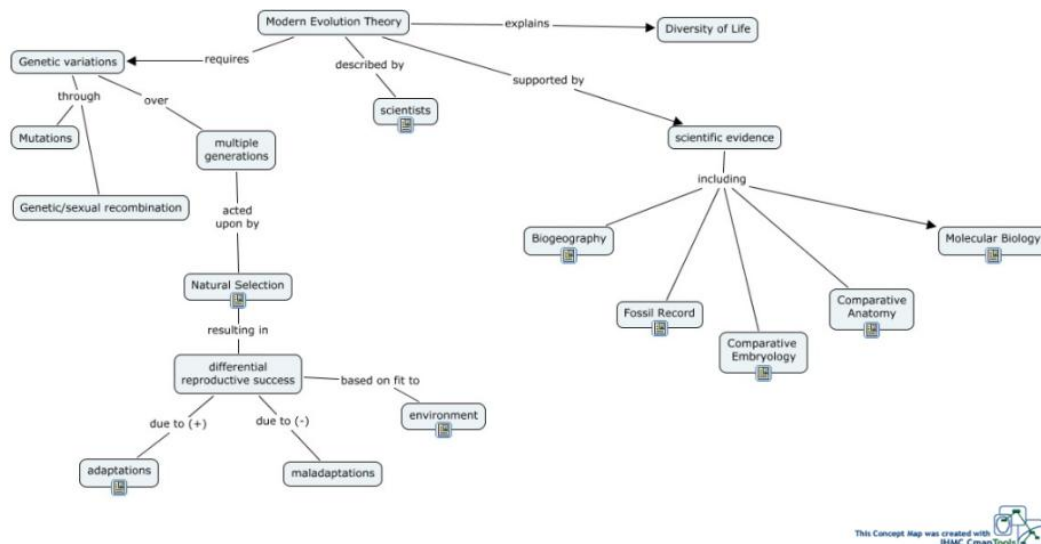


Figure 3 : Une carte intitulé « Modern Evolution Theory »

<http://outreach.mcb.harvard.edu/teachers/Summer06/ElliottGimble/ModernEvolution.html>

- Des sites personnels de professeurs de biologie proposent des cartes plus ou moins élaborées en s'appuyant sur une banque de mots (Fig. 4) ou sur des focus questions bien identifiées (Fig. 5).

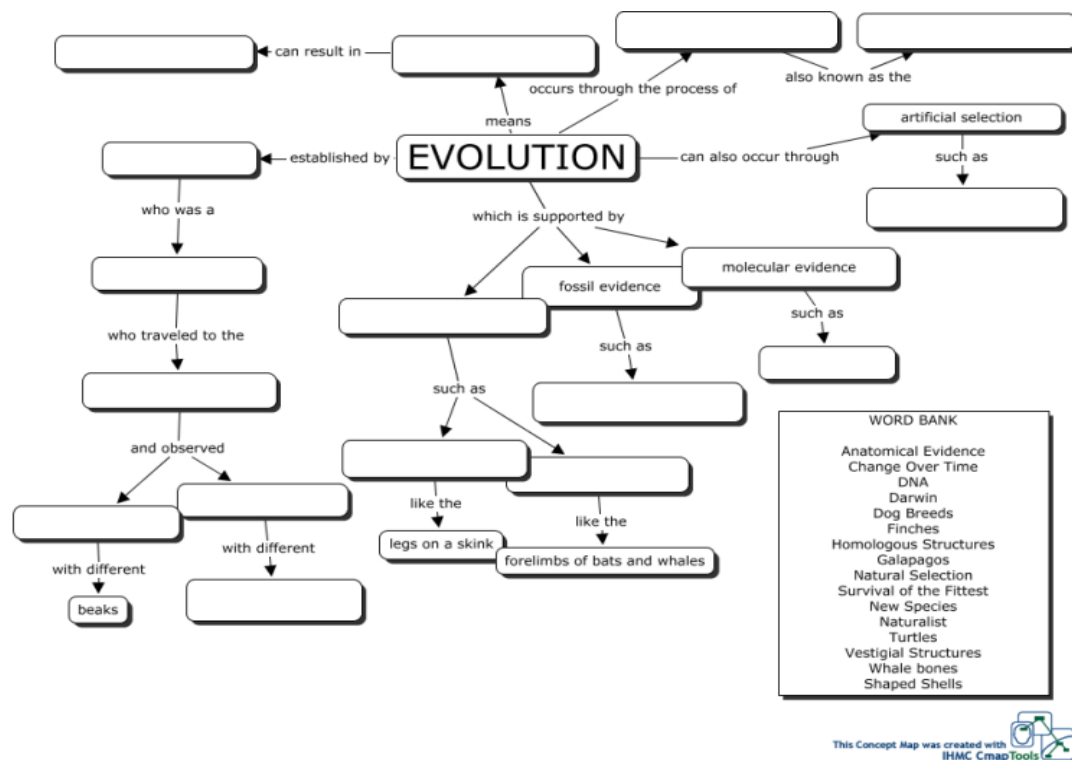


Figure 4 : Une carte pour s'entraîner

<http://www.biologycorner.com/concepts/evolution.html>

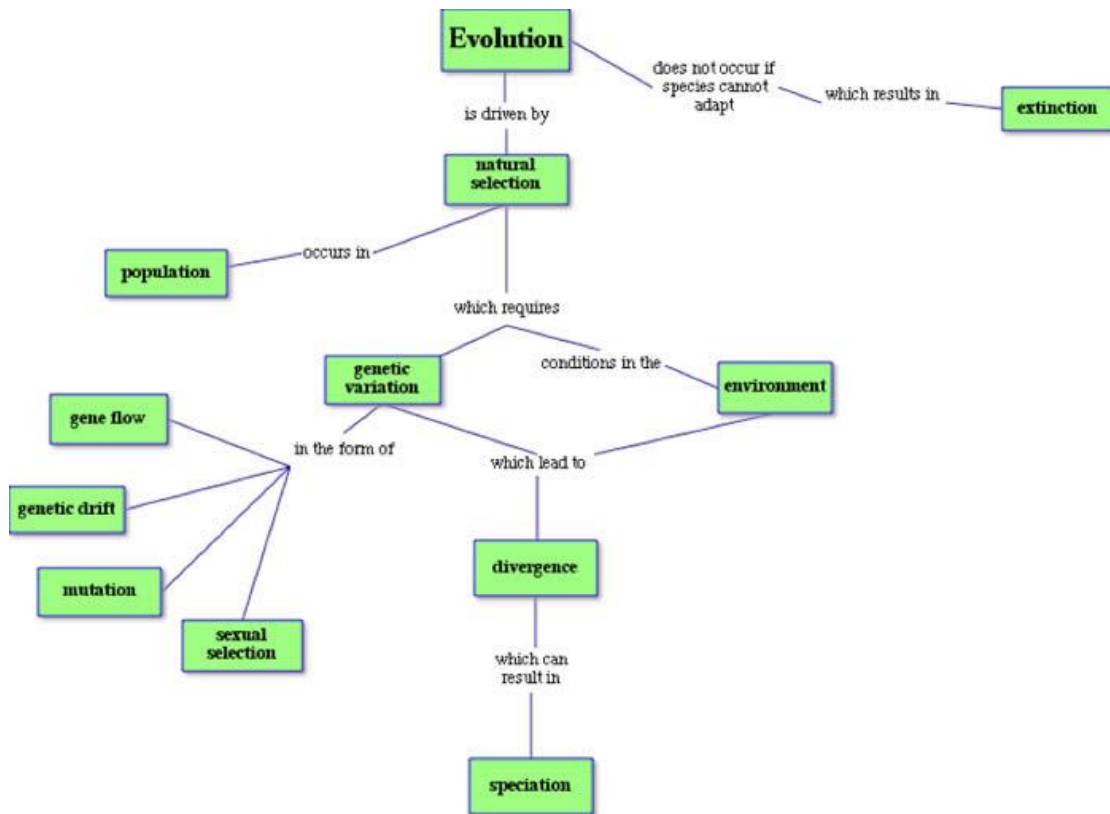


Figure 5 : <http://studentwebs.winona.edu/igphelps2702/methods/CurrentUnit.htm>

- Plus surprenant, un site de médias WGBH propose un site très complet sur le thème de l'évolution avec une brève référence à la méthode de construction d'une carte conceptuelle.

PBS HOME PROGRAMS A-Z TV SCHEDULES WATCH VIDEO SUPPORT PBS SHOP PBS SEARCH PBS

evolution Home EVOLUTION LIBRARY for TEACHERS for STUDENTS Search Evolution: GO

Online Course for Teachers: Teaching Evolution [About this Course](#)

SESSION 1: What Is the Nature of Science?

Engage Part C: **Build a Concept Map**

A concept map is a visual representation of the relationship between ideas. On a piece of paper (or using concept mapping software, such as Inspiration®), draw a concept map that answers the question:

What are the processes of science?

To build a concept map:

1. Put "Science Processes" in a circle in the center of the map you build.
2. Now write any concepts related to "Science Processes" in boxes surrounding the central idea. For example, write "Experiments."
3. Continue to add any sub-concepts connected to the main idea or the subordinate ideas. For example, write "Variable" in a box (or other symbol) near "Experiments."
4. Draw lines or arrows to show the relationship between ideas. For example, draw a line that connects "Experiments" with "Science Processes."
5. Save your concept map for later use.

Check out this [Sample Concept Map](#) to view an example of a completed map.

*To learn more about how to build a concept map and for ideas on how to use concept maps in your teaching, see these Web sites:
[Visual Learning Using Inspiration](#)
[Mindjet Visual Thinking](#)
[iHMC Concept Mapping Software](#) (free for non-commercial use)
[Microsoft Visio](#)
 Note: All external links will open in a new browser window. Close that window when you are finished to return back to this course.

[Facilitator Note 2](#)

Next: [Explore Part A: The Check Mystery](#)

Figure 6 : <http://www.pbs.org/wgbh/evolution/>

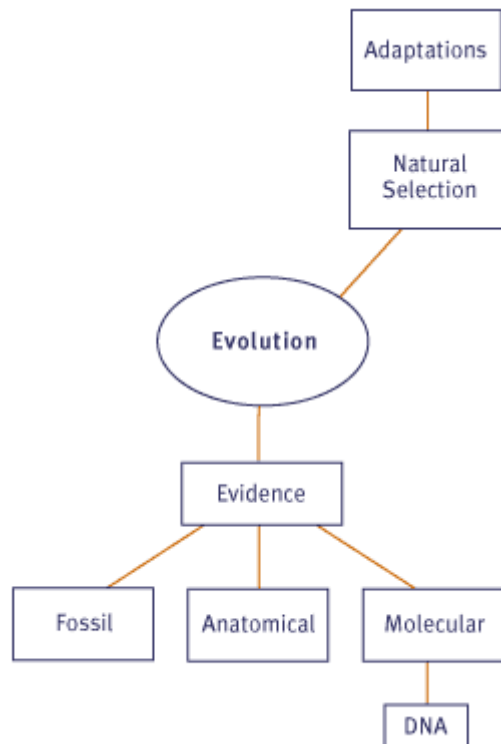


Figure 7 : <http://www.pbs.org/wgbh/evolution/educators/course/session1/samplemap2.html>

6.2.2. Notre proposition

A partir de l'analyse des différentes cartes et en nous référant à trois ouvrages en langue française (Allano & Clamens, 2000 ; David & Samadi, 2006 et Chaline, 2006), nous avons retenu la « *focus question* » suivante : quelles sont les bases scientifiques de la théorie de l'évolution du vivant ? Nous avons ensuite établi une liste de concepts-clés, futurs mots-étiquettes de nos cartes (tableau 6).

Concepts en jeu	Temps	Archives géologiques Arbre phylogénétique du vivant Parentés entre êtres vivants Succession d'êtres vivants Origine commune Traces fossiles Crises biologiques Témoins (de l'évolution)
	Théorie	Histoire Darwinisme Lamarckisme Créationnisme Fixisme Evolutionnisme Théorie néosynthétique Théorie neutraliste Théorie des équilibres ponctués
	Espèce	Spéciation Hasard Sexualité Sélection naturelle Plasticité et instabilité du génome Innovations génétiques Mutations/Duplications Variabilité individuelle Molécules
	Biodiversité	Adaptation Fossile Population Survie du plus apte Crises biologiques
	Environnement	Environnement ancien Environnement actuel

Tableau 6 : Liste des concepts-clés pour une carte conceptuelle

Nous proposons la carte conceptuelle suivante. Elle ne prétend pas l'exhaustivité et a pour objectif de clarifier un champ de connaissances vaste et complexe et de présenter de façon simplifiée et résumée sous forme visuelle plusieurs concepts et leurs interrelations. Cette carte tente d'intégrer :

- la dimension scientifique du concept en envisageant faits et mécanismes de l'évolution sans pour autant les opposer mais, au contraire, en tentant de les relier de façon transverse ;
- la dimension épistémologique en mettant notamment en lumière la dimension historique.

Au travers de cette proposition, nous avons voulu faire apparaître les caractéristiques du concept d'évolution à savoir la dualité science des processus/science des structures (tableau 4). Par ailleurs, cette proposition déroge quelque peu à une des règles édictées par Novak comme principe d'élaboration dans la mesure où elle ne traduit pas une hiérarchie entre les concepts mais privilégie les liens qui les unissent par le biais des unités sémantiques choisies.



Figure 8 : Une carte conceptuelle « Evolution des êtres vivants »

Il est bien sûr important de discuter du statut que nous souhaitons donner à cette représentation. Nous avons choisi de représenter le concept d'évolution sous forme d'une carte conceptuelle pour plusieurs raisons (Prévost & Jacobi, 1994) :

- cela permet de clarifier ce domaine de connaissances vaste et fort complexe en nous référant à un corps clairement identifié et délimité. La représentation spatiale favorise la compréhension systémique du concept en présentant une vue d'ensemble simplifiée du réseau de concepts ;
- Cet outil peut être utilisé dans la lecture de curriculums, qu'ils soient prescrits ou réels ;
- Il peut également permettre la « lecture » de conceptions d'enseignants ou d'élèves.

La question qui reste posée est de savoir si cet outil peut constituer une aide à l'enseignement voire à l'apprentissage à condition, comme le souligne Novak, que l'on ne confonde pas aide à l'apprentissage et objectif de l'apprentissage (Prévost & Jacobi, 1994) !

Comme nous l'avons vu dans ce chapitre, le concept d'évolution et la théorie qui le sous-tend, est un domaine de connaissances vaste et complexe de la biologie moderne. L'idée même d'évolution n'est aujourd'hui plus discutée par les chercheurs tant les faits et les preuves sont nombreuses, et ce, dans tous les taxons du règne vivant. A ce jour, ce qui fait l'objet de recherches, ce sont les mécanismes responsables de cette évolution du vivant, tant au niveau de l'individu que des populations.

Chapitre II : Savoir savant et société

« L'Assemblée a constamment affirmé que la science était d'une importance capitale. La science a permis une amélioration considérable des conditions de vie et de travail, et est un facteur non négligeable de développement économique, technologique et social. La théorie de l'évolution n'a rien d'une révélation, elle s'est construite à partir des faits »

Résolution 1580 du Conseil de l'Europe (2007)

En publiant, le 24 novembre 1859, son ouvrage *De l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle*, Charles Darwin remet non seulement en question l'idée d'un homme créé par Dieu il y a quelques milliers d'années mais il refuse à l'homme une quelconque place privilégiée dans la nature. De plus, sa théorie de l'évolution rend impossible une lecture littérale des textes de la Genèse et invite plutôt à les interpréter de façon symbolique (Perbal & al., 2006).

Aujourd'hui, il est indéniable que la théorie de l'évolution définit les racines conceptuelles de toute la biologie moderne. L'idée même d'évolution, un des principes énoncés par Darwin, n'est plus discutée par les scientifiques. Si discussions et débats il y a, ils s'articulent autour de la question des mécanismes responsables de cette évolution, et notamment de l'importance de la sélection naturelle. Et pourtant, l'acceptation de cette théorie n'est toujours pas la règle à travers le monde.

Nous l'avons vu, la science de l'évolution est une discipline complexe qui nécessite la compréhension et l'articulation de nombreux concepts. Malgré cette complexité, le concept d'évolution a, depuis toujours, été un sujet de discussion, de débat voire de polémique pour les sociétés.

Mises à part les agitations de la société victorienne au moment de la parution en 1872 du second ouvrage de Darwin, *La descendance de l'Homme et la sélection sexuelle*, les détracteurs les plus virulents de la théorie darwinienne se situent outre Atlantique. En effet, des affrontements entre créationnistes et défenseurs des théories de Darwin ont eu lieu tout au long du XIX^e et XX^e siècles.

Ces critiques de la théorie ont rapidement posé la question de son enseignement à l'école. Un point d'orgue de cette remise en cause des idées évolutionnistes a été le « Procès du singe » de 1925 où un enseignant de Dayton dans l'Ohio fut condamné pour avoir enseigné la théorie de l'évolution à ses élèves.

Ces dernières années, de nombreux auteurs, scientifiques ou non, se sont intéressés à cette question comme Lecourt (1998), Gould (2000), Aroua (2006), Picq (2007b), Arnould (2007).

Aux États-Unis, la situation semble suffisamment sérieuse pour que l'Académie Nationale des Sciences édite un ouvrage « *Science, Evolution and Creationism* » (NAS, 2008) « *servant de ressource aux personnes qui se trouvent confrontées aux débats autour de l'évolution* ».

La situation en France peut sembler plus pacifiée car les thèses créationnistes ont peu de relais dans les médias. De nombreux ouvrages de vulgarisation sont parus sur la question (Lecourt, 1998 ; Gould, 2000 ; Arnould, 2007 ; Picq, 2007) atteignant des tirages respectables. Les revues pour « grand public » comme les émissions de télévision diffusent largement les vues évolutionnistes. Cependant, des tentatives récentes pour populariser les approches créationnistes en France sont apparues au grand jour (Yahya, 2006). Des institutions telle que l'Université Interdisciplinaire de Paris soutiennent des thèses proches de celles de l'*Intelligent Design* américain qui visent à donner une crédibilité scientifique à la « *science dite de la création* ».

Nous proposons, dans ce qui suit, de préciser les arguments et idées développés par les tenants des thèses créationnistes et de faire un état de la diffusion des idées créationnistes et évolutionnistes dans les sociétés à travers le monde. Mais avant cela, il nous a paru intéressant d'envisager l'évolution en tant qu'unité sémantique en étudiant son introduction dans le dictionnaire et en analysant les définitions successivement proposées puis en étudiant les différents sens que recouvre ce terme dans la société d'aujourd'hui.

1. Évolution, un mot

Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (<http://www.cnrtl.fr/definition/évolution>) permet une étude du mot Évolution selon plusieurs angles.

1.1. Une étude étymologique et « historique »

Comme en témoigne le site de l'ATILF (Analyse et Traitement Informatique de la Langue Française), le mot évolution apparaît au XVI^e siècle dans le champ militaire.

*1536 art milit. « action de manœuvrer » (L'Œuvre d'Aelian, f° 297 ds GDF. Compl.); 1776 « changement, transformation, développement » (Tristram Shandy, trad. de Frenais, chap. 161 ds Revue des Deux-Mondes, 15 oct. 1873, p. 761 ds LITRE). Empr. au lat. class. evolutio « action de dérouler, de parcourir ».*³

³ Source : <http://atilf.atilf.fr>

Une étude du *Dictionnaire de L'Académie française* renseigne sur l'évolution de la définition du mot Évolution de la quatrième à la huitième édition (<http://portail.atilf.fr/dictionnaires/index.htm>) :

Edition	Définition
Dictionnaire de L'Académie française, 4th Edition (1762)	ÉVOLUTION. s.f. (Page 689) Mouvement que font des troupes, pour prendre une nouvelle disposition. <i>Évolutions militaires. Faire faire l'évolution à un bataillon.</i>
Dictionnaire de L'Académie française, 5th Edition (1798)	ÉVOLUTION s.f. (Page 542) Mouvement que font des troupes, pour prendre une nouvelle disposition. <i>Évolutions militaires. Faire faire l'évolution à un bataillon.</i>
Dictionnaire de L'Académie française, 6th Edition (1832-5)	ÉVOLUTION. s.f. (Page 1:700) Mouvement que font des troupes pour prendre une nouvelle disposition. <i>Évolutions militaires. Évolution de cavalerie, d'infanterie. Faire exécuter des évolutions à un régiment, à un corps de troupes.</i> <i>Évolution navale, Mouvement d'une flotte ou d'une escadre.</i>

Tableau 7a : Définitions du mot « Évolution » 4th à 6th Édition

Edition	Définition
Dictionnaire de L'Académie française, 8th Edition (1932-5)	ÉVOLUTION. (Page 1:505) T. d'Art militaire, de Marine ou d'Aéronautique. Mouvement que font des troupes pour prendre une nouvelle disposition. <i>Faire exécuter des évolutions à un régiment d'infanterie, de cavalerie. Le public suivait avec intérêt les évolutions des avions.</i> <i>Évolution navale</i>, Mouvement d'une flotte ou d'une escadre. <i>Escadre d'évolution</i>, Escadre réunie pour s'exercer aux manœuvres. En termes d'Histoire naturelle, il signifie Action de sortir en se déroulant. <i>L'évolution des feuilles hors des bourgeons.</i> En termes de Biologie, il signifie Changement continu et profond des êtres et des choses, par lequel ils se transforment progressivement. En termes de Médecine, il signifie Modification du cours d'une maladie. En termes de Philosophie, il signifie Développement successif, intérieur et spontané de l'être. <i>Doctrin de l'évolution.</i> En termes de Littérature ou d'Art, il se dit des Changements graduels qui modifient les conceptions ou les procédés. <i>L'évolution du langage. L'évolution d'un genre.</i> Il se dit aussi en termes de Politique. <i>L'évolution de la doctrine démocratique.</i>

	Il se dit également des changements d'idées ou de conduite des personnes ou des collectivités. <i>L'évolution politique de cet homme a été rapide. Il a fait faire à son parti une complète évolution</i>
--	---

Tableau 7b : définitions du mot « Évolution » 8th Édition

On note une nette modification de cette définition entre la version de 1832, antérieure à la parution des travaux de Darwin et celle de 1932. L'élargissement de la définition au cours du XX^e siècle (8^e édition) dénote de l'impact de l'œuvre de Darwin, le mot sortant du domaine purement militaire.

1.2. Une lexicographie du mot Évolution et ses différents sens

La définition qui nous intéresse ici est celle qui s'inscrit dans une dimension temporelle et qui considère l'évolution comme « *un processus continu de transformation, passage progressif d'un état à un autre* ». L'adjectif « biologique » fréquemment accolé au terme évolution exprime une relation entre la Vie et ce processus de transformation progressif.

Dans un contexte purement biologique comme le propose cette lexicographie, le terme évolution est envisagé selon deux points de vue : l'évolution comme synonyme d'ontogenèse ou évolution synonyme de phylogenèse.

2. BIOL. [Toujours avec l'art. déf.]

a) [Le terme de l'évolution est prévisible] Développement individuel d'un organisme animal ou végétal depuis la cellule initiale qui le renferme tout entier en puissance et jusqu'à l'âge adulte (ou la sénescence). Synon. *ontogénèse*. Comme Bonnet, Cuvier croit que l'animal adulte résulte simplement de l'évolution, c'est-à-dire de l'accroissement en tous sens d'un germe semblable à lui, contenu dans l'œuf (E. PERRIER, *Zool.*, t. 1, 1893, p. 383) :

5. L'**évolution** de l'être vivant, comme celle de l'embryon implique un enregistrement continu de la durée, une persistance du passé dans le présent, et par conséquent une apparence au moins de mémoire organique. BERGSON, *Évol. créatr.*, 1907, p. 19.

b) [Le terme de l'évolution n'est pas prévisible] Série de transformations qui ont conduit à l'apparition, puis à la diversification des espèces par filiation à partir d'une même forme de vie primitive. Synon. *phylogénèse*. Si le fait de l'évolution est hors de conteste, on discute encore (...) sur la nature des procédés par quoi elle s'est accomplie (J. ROSTAND, *La Vie et ses probl.*, 1939, p. 168). Depuis les temps de Darwin et de Lamarck, de nombreuses trouvailles sont venues établir l'existence des formes de passage que postulait la théorie de l'évolution (TEILHARD DE CH., *Phénom. hum.*, 1955, p. 83) :

6. Les observations d'organogénie (...) semblent confirmer pleinement cette idée de l'**évolution** successive des êtres les plus simples jusqu'aux plus compliqués, dont chaque groupe, chaque Espèce, représente un des points d'**évolution**. Gérard ds *Dict. univ. d'hist. naturelle*, Paris, t. 5, 1844, p. 431.

♦ *P. ext.* :

7. Fortement influencé par le transformisme de Lamarck et de Darwin, Spencer conçoit une théorie de l'**évolution universelle** (...) reposant sur un processus de différenciation qui conduit de l'homogène à l'hétérogène. *Hist. sc.*, 1957, p. 1571.

Un autre aspect de la définition a retenu notre attention :

Rem. 1. On rencontre rarement l'expression *évolution progressive* à cause de l'idée de progrès qu'implique normalement le terme *évolution*. *Des organismes soumis à toutes les lois de l'évolution progressive ou régressive par mutations ou variations brusques des caractères spécifiques* (DUHAMEL, *Maîtres*, 1937, p. 108).

En effet, cette remarque crée un lien « normal », logique entre évolution et progrès ce que défendent aujourd'hui (presque) tous les biologistes de l'évolution.

1.3. Une analyse sémantique des synonymes

Dans le dictionnaire des synonymes français (<http://dico.isc.cnrs.fr>), 48 substantifs sont sélectionnés comme synonymes d'évolution. Cette impressionnante liste est établie à partir de dictionnaires édités et reflètent la diversité des usages de la langue attestés par ces références. Ils sont ensuite ordonnés comme suit selon leur fréquence d'apparition : *changement, marche, mouvement, transformation, développement, progrès, cours, progression, avancement, modification, variation, transformisme, tour, processus, amélioration, révolution, évolutionnisme, vie, tournure, retour, métamorphose, manœuvre, formation, devenir, croissance, giration, glissement, histoire, lamarckisme, mutationnisme, remous, réforme, régression, transition, film, exercice, déroulement, arabesque, avatar, catagenèse, cheminement, civilisation, courant, crue, darwinisme, dynamique, étymologie*.

Nous retrouvons ici toute l'ambiguïté du mot qui associe des acceptions qui conviennent au point de vue scientifique (changement, transformation, modification, variation) et d'autres qui vont à l'encontre (progrès, amélioration).

Ces quelques éléments d'une étude du mot « Évolution » permettent de comprendre certaines difficultés rencontrées par Darwin lors de la parution de sa théorie. Rappelons que Darwin, lui-même, n'a pas employé ce terme dans ses premières éditions (§ 2.2.2.1.). Ils laissent également entrevoir quelques difficultés quant à son utilisation dans le champ scientifique et scolaire. En effet, dans le langage courant, le mot évolution est fortement lié à l'idée de progrès comme en témoignent de nombreuses expressions : il faut savoir évoluer avec son temps, dire d'une personne qu'elle n'est pas très évolué est péjoratif ...

2. La résistance au darwinisme ou le refus de l'évolution

2.1. Une question de religion : les créationnistes

Les doctrines que ces groupes défendent rejettent la théorie darwinienne et cherchent à concurrencer la théorie de l'évolution par une autre théorie tirée d'une lecture plus ou moins littérale de la Bible (Rumelhard, 2007).

2.1.1. A propos du mot « Création »

Pour les croyants, le terme « Création » désigne l'acte par lequel Dieu produit l'Univers et toutes les formes de vie qu'il contient, à partir de rien (Arnould, 2007). A l'origine, le vocable créationnisme était, quant à lui, réservé aux mouvements antiévolutionnistes nés dans les milieux presbytériens et évangélistes nord-américains au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle. Aujourd'hui, il permet de désigner les mouvements antiévolutionnistes contemporains et leurs défenseurs. Ces groupes refusent la vision du monde telle que Charles Darwin et ses successeurs l'ont élaborée. Pour les créationnistes, Dieu en est le seul auteur, d'une manière directe et indépendante des lois de la nature.

Jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, la science occidentale a fonctionné sur la base d'une conception fixiste des espèces vivantes, idée qui s'accordait sans difficulté avec le dogme chrétien de la Création. On retrouve notamment cette conception dans les travaux de Charles Linné, inventeur de la classification binomiale : *toutes les espèces tiennent leur origine de leur souche, en première instance, de la main même du créateur Tout-Puissant car l'Auteur de la nature, en créant les espèces, imposa à ses créatures une loi éternelle de reproduction et de multiplication dans les limites de leur propre type* (cité par Arnould, 2007).

2.1.2. Une typologie des créationnistes

Le terme de créationnisme révèle, en fait, une réalité plus complexe et il est possible de proposer une rapide typologie des différentes tendances. Lecointre (2007) distingue plusieurs postures selon « le degré d'inadéquation logique entre le sens littéral des Ecritures et les résultats de la science ». Les créationnistes qu'il qualifie d'intrusifs dans le sens où il y a manipulation et réinterprétation de faits scientifiques sans véritablement d'expériences scientifiques peuvent soit nier la science, soit la mimer, soit chercher à la plier.

On peut, en effet, proposer la typologie suivante (Arnould, 2007, Lecointre, 2007) :

- Les créationnistes stricts ou négateurs qui rejettent tous les faits et les théories liés à l'évolution. Certains d'entre eux ne refusent pas la valeur du travail scientifique jusqu'à parler de « *Science de la création* » mais en considérant que « *le conflit entre science et religion n'est qu'une illusion : le livre de la nature et le livre des écritures ont un seul et*

même auteur ». Ils nient, par exemple, les résultats des recherches concernant l'âge de la Terre, l'origine des fossiles qu'ils qualifient de restes d'êtres anéantis par le Déluge en s'appuyant sur une approche littérale des premiers chapitres du livre de la Genèse. Pour la National Academy of Sciences (2008), rejeter les preuves de l'âge de la Terre va bien au-delà de la négation de l'évolution biologique et signifie rejeter les découvertes fondamentales réalisées par la physique, la chimie, l'astrophysique et la géologie.

- Les créationnistes progressistes qui ne rejettent pas totalement les travaux scientifiques sur l'évolution en admettant notamment l'existence de différences voire d'incohérences entre le texte de la Bible et les données de la science. Ils admettent l'existence de phénomènes de microévolution mais ils estiment que la théorie de l'évolution ne permet pas d'expliquer les événements les plus importants de l'histoire de la vie tels que l'apparition des grands groupes et l'apparition de l'humanité. Seule la création par une intervention divine le permet. De plus, certains admettent que Dieu pourrait intervenir périodiquement dans un processus de création. Cette position est parfois qualifiée *d'évolutionnisme théiste* : Dieu a non seulement créé l'Univers et la vie en leur commencement mais il n'a pas cessé d'agir depuis, et ce, à tous les stades de leur évolution.
- Les néocréationnistes : vers la fin des années 80, une nouvelle forme de créationnisme voit le jour : l'Intelligent Design. Elle s'appuie sur le concept *d'irréductible complexité* qui défend que seul un être supérieur peut être responsable de la complexité des formes apparues sur Terre. Ses partisans, dont les travaux se déroulent dans le cadre du Discovery Institute créé en 1991 dans l'état de Washington, revendiquent une méthode scientifique pour déceler et étudier l'existence d'un dessein au sein de la réalité. Leur objectif, clairement énoncé dans un texte de 1999, le *Wedge document*, est de faire de la théorie du dessein intelligent *une alternative acceptée par le monde scientifique* et, que peu à peu, *elle devienne dominante et influence les principaux domaines scientifiques et intellectuels, sociaux et culturels*. (Arnould, 2007).

Aujourd'hui, ces débats agitent toujours la société américaine comme en témoignent le récent procès d'Harrisburg en Pennsylvanie en octobre 2005. A l'origine de cette affaire se trouve la décision d'un conseil scolaire d'enseigner la théorie de l'intelligence supérieure au même titre que celle de l'évolution darwinienne. C'est, d'ailleurs, à cette occasion que l'expression *Intelligent Design* (Dessein Intelligent) apparaît dans les médias. Selon Arnould (2006), « *l'histoire des créationnistes américains n'est sans doute pas près de s'interrompre dans un pays où la Bible est le livre le plus lu et où, simultanément, les scientifiques possèdent une considérable autorité sociale et culturelle* ».

2.2. Un problème de compréhension/interprétation

Dans d'autres situations, le refus de l'évolution est lié à une mauvaise compréhension ou à une mauvaise interprétation de l'évolution et de ses concepts. Nous avons, en effet, souligné à plusieurs reprises que c'est un domaine de connaissance vaste et complexe qui nécessite d'articuler correctement de nombreux concepts. Deux concepts sont les plus sujets à de mauvaises compréhensions (Perbal & al., 2006), le concept de variation et celui d'adaptation. Leur interprétation est souvent de nature finaliste. Par exemple, les variations sont souvent comprises comme la conséquence des modifications de conditions environnementales. La nature ne joue donc plus un rôle sélectif mais un rôle instructif. Quand à l'adaptation, elle semble répondre aux besoins des organismes et n'est pas l'effet de la sélection naturelle.

D'autre part, la résistance des mauvaises compréhensions finalistes peut s'expliquer par des difficultés avec la notion de hasard qui peut être perçue comme « *un paravent pour cacher l'ignorance des scientifiques* » (Perbal & al., 2006).

Malgré les efforts déployés pour éclairer chacun de ses points, les préjugés sur le darwinisme et ses déclinaisons sont courants. Ils sont à l'origine de dérives telle que celle du darwinisme social qui a tenté d'appliquer des raisonnements évolutionnistes aux sociétés humaines. Ces partisans basaient « *le fonctionnement des sociétés par la survie du plus apte en suggérant que le fonctionnement inégalitaire de la société était un mal nécessaire pour progresser vers un bien-être général* » (David & Samadi, 2006).

Dans l'Atlas de la création (2006), Harun Yahya tente d'argumenter le fait que les conceptions darwiniennes sont à l'origine du fascisme, du communisme, du terrorisme et de bien d'autres maux. C'est ici la notion de sélection naturelle qui est dévoyée.

Les créationnistes utilisent fréquemment l'argument que la notion d'évolution doit rester une hypothèse puisque « *Personne n'a jamais vu l'évolution se produire - No one has ever seen evolution occur* ». La National Academy of Sciences (2008) rappelle qu'au travers de cette déclaration, nombre de créationnistes comprennent mal une des caractéristiques du raisonnement scientifique. En effet, les conclusions des scientifiques ne se limitent pas aux observations directes mais dépendent souvent de déductions qui se font grâce à l'application d'une cause sur l'observation. D'autre part, de nombreux travaux sur des organismes à temps de génération courts comme les mouches drosophiles, des champignons ou des bactéries, ont permis de constater expérimentalement l'évolution.

Le mot « théorie » peut également porter la confusion. Pour certains partisans anti-évolutionnistes, « *Evolution is just a theory* » (Blackwell & al., 2003) et l'usage que l'on fait de ce terme dans le langage quotidien est souvent péjoratif, assimilé à des spéculations sans fondements.

D'autre part, le flou entourant parfois la définition de ce qu'est une théorie scientifique peut inciter à mettre en parallèle théorie scientifique et dogme. Il est alors indispensable de rappeler les fondements épistémologiques des sciences modernes comme nous l'avons fait dans le chapitre I § 5.

Dire que « l'évolution n'est **qu'une** théorie » suggère également une dépréciation des théories par rapport aux faits. Cela conforte la vision que seuls les faits sont nobles. Or, en sciences, il n'y a pas de faits possibles sans théorie autour.

Comme le souligne Patrick Tort (cité par Perbal & al., 2006), « *jamais les erreurs liées à l'interprétation d'une théorie n'ont eu de conséquences aussi graves que quand elles concernaient la théorie darwinienne de l'évolution.* »

Pour conclure, notons avec la National Academy of Sciences (2008) que « *Creationism in its various form is not the same thing as belief in God because many believers as well as mainstream religious groups accept the findings of science, including evolution* ⁴ ».

3. Des enquêtes et études à travers le monde

Pour cette partie, nous allons nous référer à des enquêtes et à des études conduites par des chercheurs, des journalistes mais aussi des politiques dans différentes parties du monde, sans avoir la prétention d'être exhaustive. Nous visons seulement à dégager une vision générale de l'acceptation ou non des idées évolutionnistes au XIX^e siècle. Les études et enquêtes retenues s'adressent à différents échantillons de population : des personnes de la société civile, des enseignants, des apprenants.

3.1. Deux enquêtes récentes : Gallup (juin 2007) et FASEB (janvier 2008)

Tout récemment, la *Federation of American Societies for Experimental Biology* (FASEB, 2008) présente, dans son journal, les résultats d'une enquête qui montre que, à la question concernant leurs vues sur l'évolution de « *toutes les choses vivantes (all living things)* », 61 % des sujets testés acceptent l'idée que « *toutes les choses vivantes ont évoluées au cours des temps* ». Cependant, ces réponses se décomposent en deux groupes : 36 % pensent que cette évolution est « *due à un processus naturel comme la sélection naturelle* », tandis que 25 % pensent « *qu'un être suprême a guidé l'évolution des choses vivantes dans le but de créer la vie sous la forme qui existe aujourd'hui* ». Enfin, 28 % font directement référence au créationnisme. Si la question posée concerne l'évolution humaine, 53 % des sujets font référence à l'évolution (32 % par un processus

⁴⁴ Le créationnisme, sous ses différents aspects, n'est pas la même chose que la croyance en Dieu, car de nombreux croyants ainsi que des groupes religieux traditionnels acceptent / reconnaissent les résultats des recherches de la science, y compris l'évolution.

de sélection naturelle, 21 % grâce à l'action d'un guidage) et 31 % au créationnisme. L'adhésion aux thèses évolutionnistes est donc largement minoritaire et croît rapidement avec le niveau de culture scientifique.

A la question « *Laquelle de ces déclarations suivantes correspond à vos vues de l'origine et du développement des êtres humains ?* », un autre sondage, publié par l'institut Gallup en mai 2008⁵, montre que pour :

- 44 % des sondés, Dieu a créé l'Homme sous sa forme actuelle ;
- 36 %, l'Homme a évolué à partir de formes de vie moins évoluées grâce à la guidance de Dieu ;
- 14 %, l'Homme a évolué à partir de formes moins évoluées et Dieu n'intervient pas dans le processus.

Cette enquête, menée par l'Institut depuis 1982, montre également que les déclarations des américains ont peu changé en plus d'un quart de siècle comme en témoigne le graphe ci-dessous.

Which of the following statements comes closest to your views on the origin and development of human beings -- (human beings have developed over millions of years from less advanced forms of life, but God guided this process, human beings have developed over millions of years from less advanced forms of life, but God had no part in this process, (or) God created human beings pretty much in their present form at one time within the last 10,000 years or so)?

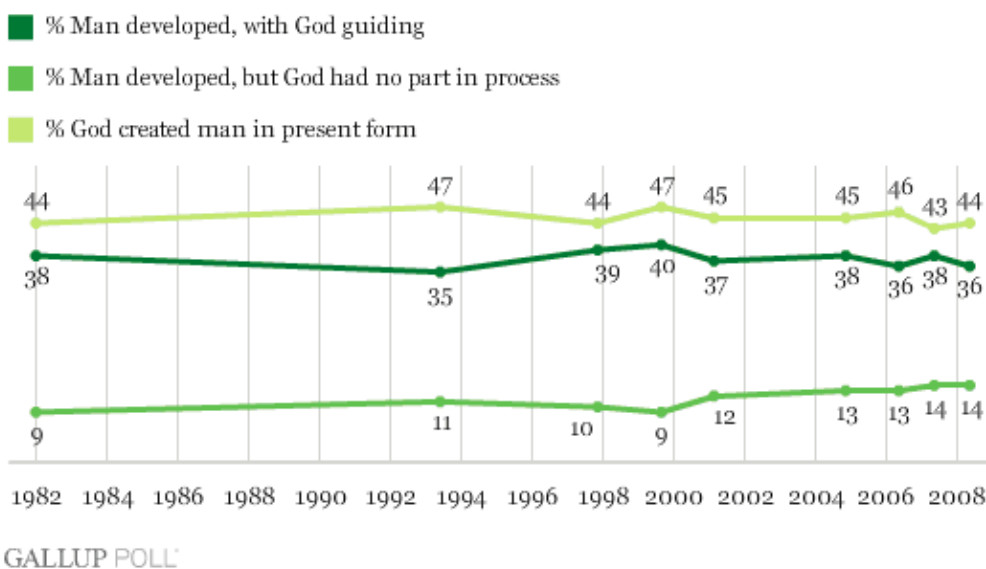


Figure 9 : Une enquête de l'institut Gallup⁶

⁵ <http://www.gallup.com/poll/21814/Evolution-Creationism-Intelligent-Design.aspx>

⁶ Parmi les énoncés suivants, lequel se rapproche le plus de vos idées sur l'origine et le développement des êtres humains - (les êtres humains ont évolué à partir de formes de vie moins avancées sur des millions d'années, mais Dieu a guidé ce processus ; les êtres humains ont évolué à partir de formes de vie moins avancées sur des millions d'années, mais Dieu n'a pas participé à ce processus ; (ou) Dieu a créé les êtres humains sensiblement comme ils sont aujourd'hui, en une fois durant les derniers 10.000 ans ou presque) ?

D'autre part, en 2005 :

- 45% des personnes sondées déclarent être très familiarisées avec les explications évolutionnistes et créationnistes tandis que seules 17 % déclarent bien connaître la théorie du dessein intelligent ;
- 54 % des personnes interrogées souhaitent que l'explication créationniste de l'origine des êtres humains soit enseignée dans les classes de science de l'école publique et 43 % étaient favorables à l'enseignement de la théorie du dessein intelligent.

Il ressort globalement de ces sondages que les américains sont plutôt favorables à la cohabitation des différentes explications de l'origine et du développement de la vie sur terre dans le cadre des enseignements scientifiques.

Dans l'étude du FASEB, les chiffres sont sensiblement différents puisque 78 % sont favorables à l'enseignement de l'évolution, 27 % à celui du créationnisme et 24 % à celui de l'Intelligent Design.

3.2. Une résolution du Conseil de l'Europe (2007)

Le 04 octobre 2007, le Conseil de l'Europe adopte une résolution intitulée « Les dangers du créationnisme dans l'éducation » dont l'objectif « *n'est pas de mettre en doute ou de combattre une croyance [mais] de mettre en garde contre certaines tendances à vouloir faire passer une croyance comme science* ». Le rapport⁷ présente un état des lieux des principales manifestations créationnistes dans 14 pays européens : Turquie, France, Suisse, Belgique, Pologne, Russie, Italie, Grèce, Angleterre, Serbie, Pays Bas, Suède, Allemagne et Espagne.

Guy Lengagne, commissaire européen et rédacteur du rapport présenté le 04 octobre par Anne Brasseur (2007), revient longuement sur l'offensive d'Harun Yahya. En effet, de nombreux établissements scolaires en Europe (la France, la Suisse Romande, la Belgique notamment) ont été destinataires de son dernier ouvrage l'Atlas de la Création, ouvrage qui « *tente de réfuter en 772 pages très richement illustrées le darwinisme et la théorie de l'évolution.* ». D'après ce rapport, 75% des lycéens turcs ne croient pas à la théorie de l'évolution.

En France, Hervé Le Guyader, interviewé par Guy Lengagne, juge ce livre « *beaucoup plus dangereux que les initiatives créationnistes précédentes* » du fait notamment de la richesse iconographique de l'ouvrage et de la méthode de diffusion massive et gratuite mise en place. Le

L'Homme a évolué avec Dieu comme guide
L'Homme a évolué, mais Dieu n'a pas participé
Dieu a créé l'Homme dans sa forme actuelle

⁷ <http://assembly.coe.int/Main.asp?link=/Documents/WorkingDocs/Doc07/fDOC11297.htm>

rapport pointe également du doigt l'Université Interdisciplinaire de Paris, créée en 1995 et soupçonnée de véhiculer les idées de l'Intelligent Design.

Dans différents pays, des personnes politiques ont remis en cause l'enseignement de la théorie de l'évolution comme en Pologne, en Italie, aux Pays Bas ou en Serbie.

Mais la résistance s'organise. En Belgique et en France, le monde universitaire se mobilise. Des universitaires belges rattachés à l'Université Libre de Bruxelles ont donné une série de conférence ayant pour thème central le questionnement suivant : Dieu ou Darwin ?

Sous l'impulsion de l'Inspection Générale, des scientifiques français sillonnent la France pour une série de conférences dont l'objectif est d'éclairer les fondements de la théorie de l'évolution.

Le rapport insiste sur le fait que :

- la négation de l'évolution est particulièrement préjudiciable pour la formation des enfants ;
- adopter une posture négationniste vis-à-vis de thèses scientifiquement prouvées constitue un frein à l'éducation et au développement intellectuel et personnel de milliers d'enfants ;
- les thèses créationnistes participent non pas à la transformation des sociétés mais à son archaïsation et
- l'enseignement de l'évolution en tant que théorie scientifique fondamentale est essentiel pour l'avenir de nos sociétés et de nos démocraties.

3.3. Une étude internationale : Biohead Citizen (2007)

Dans le cadre du projet Biohead-Citizen, une étude scientifique (Munoz, Quessada & Clément, 2007) a été conduite afin de définir les conceptions d'enseignants et de futurs enseignants sur l'évolution. L'échantillon compte plus de 5000 individus répartis dans 12 pays, 8 pays européens (Chypre, Estonie, Finlande, France, Hongrie, Italie, Portugal, Roumanie) et 4 pays extérieurs à l'Europe (Liban, Maroc, Sénégal, Tunisie). Les questions sont au nombre de 15, certaines faisant appel à des connaissances tandis que d'autres mobilisent des valeurs.

L'étude statistique montre que la variation de certaines connaissances existe entre pays de manière largement indépendante de la religion. Munoz & al. y voient l'influence des systèmes nationaux d'éducation. D'autre part, l'analyse souligne les conceptions plus créationnistes des pays à majorité musulmane. La différenciation entre groupes de religion (musulmans, chrétiens, agnostiques ou athées) est également très significative.

Enfin, Quessada & al. (2007) montrent que, quel que soit le pays et quelle que soit la spécialisation des enseignants (primaire ou secondaire, lettres ou biologie), ceux qui ont une formation plus longue ont très significativement une conception évolutionniste.

3.4. Une étude belge (Perbal, Susanne & Slachmuylder, 2006)

L'étude réalisée par des chercheurs de l'Université Libre de Bruxelles, vise à évaluer l'opinion des étudiants bruxellois vis-à-vis du concept d'évolution et des théories darwiniennes et néodarwiniennes de l'évolution. Elle porte sur 1163 individus issus de l'enseignement secondaire (499), supérieur non universitaire (280) et supérieur universitaire (384).

La majorité des étudiants interrogés semble comprendre l'évolution selon les préceptes néodarwiniens et pour plus de 73 % d'entre eux, la théorie darwinienne est une théorie scientifique. D'une part 37 % déclarent qu'un conflit existe entre leurs croyances et la théorie de l'évolution. D'autre part, les pourcentages de réponses néodarwiniennes tendent à augmenter avec le degré d'instruction.

Cette étude s'est également intéressée à l'influence de la religion sur la compréhension et l'acceptation de l'évolution. Elle révèle que l'influence est significative. En effet, les convictions créationnistes affecteraient l'apprentissage et les performances des étudiants : les croyances sont parfois si puissantes qu'elles modifient la perception des phénomènes objectifs (Blackwell & al., 2003). En revanche, les étudiants laïques et catholiques ont des réponses très proches conformes à l'évolutionnisme néodarwinien tant au niveau de la compréhension que des opinions.

Les étudiants choisissant les réponses créationnistes sont majoritairement de confession musulmane tandis que les étudiants se déclarant catholiques paraissent accepter massivement l'évolution.

Ce résultat est à rapprocher de la place que tient la religion dans la vie quotidienne : 85 % des étudiants musulmans interrogés se déclarent pratiquant contre seulement 25 % des étudiants catholiques.

L'étude montre également une différence significative selon que l'on envisage l'évolution au niveau des animaux ou qu'on la restreint à l'Homme. Perbal & al. parlent d'une position mixte qu'ils qualifient de « créationniste théiste⁸ » dans le cas des animaux et « littéraliste⁹ » quand seul l'Homme est considéré. C'est la question de la reconnaissance de l'animalité de l'Homme qui est ici posée. On retrouve ici les débats qui sont nés lors de la parution du second ouvrage de Darwin, *La descendance de l'homme et la sélection sexuelle*, en 1872.

⁸ Les *théistes* acceptent l'évolution mais c'est Dieu et non le hasard qui est responsable de l'émergence de l'homme.

⁹ Les *littéralistes* sont ceux qui croient que le texte de la Genèse doit être interprété littéralement.

Pour résumer notre propos et conclure cette partie, nous pouvons retenir quelques idées principales :

- le mouvement créationniste a une influence indéniable sur la société américaine, comme en témoigne la mobilisation des scientifiques par le biais notamment de la *National Academy of Sciences* ;
- l'influence en France semble plus limitée du fait de l'attachement au principe laïc et à une approche différente des textes de la Bible. Néanmoins, la diffusion dans de nombreux établissements scolaires de l'Atlas de la Création d'Harun Yahya a déclenché une mobilisation sans pareil des enseignants, des chercheurs et de l'Inspection Générale.

Aujourd'hui, l'enseignement est donc pris pour cible par les fondamentalistes créationnistes (résolution 1580 n° 4) de façon très subtile par les partisans de l'Intelligent Design qui tablent sur une communication de qualité pour diffuser leurs idées à travers le monde. En effet, des sites proposent aux lycéens et étudiants dix questions à poser à leur professeur de Sciences de la Vie et de la Terre, questions destinées à mettre les enseignants dans l'embarras. Ces questions exploitent, par exemple, les débats contradictoires internes normaux dans une théorie qui évolue, les lacunes dans les découvertes scientifiques, etc. Isolées et déconnectées du cadre général, ces questions sont présentées comme des *falsifications majeures de la théorie de l'évolution* (Lecointre, 2007).

Un séminaire national organisé par l'ESEN¹⁰ intitulé « Enseigner l'évolution » a réuni en novembre 2008 plusieurs centaines de personnes : inspecteurs, chercheurs, formateurs et enseignants issus des Sciences de la Vie et de la Terre et de la philosophie.

Les précédents développements permettent-ils, pour autant, de qualifier l'enseignement de l'évolution du vivant de « Question socialement Vive » au sens où les auteurs qui ont introduit cette catégorie le définissent (Simonneaux, 2003 ; Legardez et Simonneaux, 2006) ? A ce jour, en France, cela pourrait paraître abusif car il n'est objet de contestation notable ni dans la société, ni dans les communautés savantes, ni dans les savoirs scolaires.

Si le concept d'évolution ne peut être qualifié de question socialement vive, il est, sans aucun doute, un savoir que l'on peut qualifier de « chaud » (Catel & al., 2002 ; Simonneaux, 2003). En effet, des études montrent que certains savoirs ne sont pas neutres en ce sens qu'ils peuvent constituer des savoirs susceptibles « d'interpeller les convictions idéologiques et culturelles des individus » (Ben Abderahmane, 2000 ; Aroua, 2006)

Des questions se posent donc quand l'évolution des êtres vivants devient une question d'enseignement à l'école en général, et à l'école primaire en particulier, et ce à plusieurs niveaux :

¹⁰ Ecole Supérieure de l'Education Nationale

- Au niveau du savoir lui-même : que faut-il enseigner ? Comment faut-il l'enseigner ?
Quelles sont les difficultés d'un tel enseignement ?
- Au niveau des deux principaux acteurs de ce système, enseignants et élèves :
 - Sachant que le concept d'évolution diffuse dans la société civile, quelles relations les enseignants établissent-ils avec ce concept d'évolution ? Enseignent-ils l'évolution ?
Si oui, comment enseigne-t'on l'évolution aujourd'hui dans les écoles françaises ?
 - Comment les élèves appréhendent-ils le concept d'évolution autrement dit quelles sont les conceptions des élèves ?

Chapitre III : L'évolution du vivant, un savoir à enseigner et enseigné à l'école

Le concept d'évolution est, depuis longtemps, un objet d'enseignement dans les programmes de l'école, en France et ailleurs dans le monde. Quessada (2008) montre, dans le cadre d'une étude menée sur dix neuf pays, que le sujet de l'évolution biologique est traité avec une très grande disparité selon les pays :

- Il n'est pas traité en Algérie, Maroc, Liban et Burkina Faso ;
- Il est abordé seulement à un niveau en fin de cursus scolaire en Tunisie, Sénégal, Pologne et Roumanie ;
- Il est enseigné au moins à 6 niveaux en Finlande, France et Lituanie et au moins 3 niveaux dans les autres pays comme l'Italie, la Grande Bretagne ou l'Allemagne.
- Il est enseigné dans sept pays à des élèves ayant moins de 12 ans à 1 ou 2 niveaux (Portugal, Estonie, Italie, Hongrie, Finlande, France et Lituanie).

En France, à l'école primaire, le thème de l'évolution fait son apparition de façon explicite dans les programmes de 1985. De nos jours, il est présent à tous les niveaux de l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre, de l'école à la terminale.

Nous avons vu à quel point cette question de l'évolution fait actuellement débat dans certaines sociétés. Et pourtant c'est un objet d'enseignement. Nous nous sommes alors demandé quelles étaient les attentes de l'institution scolaire française vis-à-vis de ce savoir ? Quelle traduction dans les textes officiels ? Notre étude se limite à l'école primaire.

1. Le savoir à enseigner et les textes officiels

La théorie de l'évolution est constituée d'un corps de connaissances partagé et bien repéré dans la science savante. Si des débats existent au sein de la communauté scientifique, ils se développent tous dans le cadre de la théorie reconnue. Dans le système scolaire, cet ensemble de savoirs va être décliné à travers des adaptations pour chaque niveau scolaire, lisibles en particulier dans les instructions officielles. Dans ce cadre bien spécifié, cette mise en texte du savoir peut s'étudier dans le contexte théorique de la transposition didactique (Verret, 1975 ; Chevallard, 1985 ; Johsua & Dupin, 1993). Le texte du savoir à enseigner (programmes et instructions officiels) présente en général les contenus de savoirs à introduire, une éventuelle programmation dans le temps, les niveaux de formulation, les objectifs à atteindre, les compétences à développer et les activités possibles à mettre en œuvre. Ainsi, l'étude des programmes permet d'analyser les choix institutionnels en termes de connaissances mais aussi de valeurs. Ceux retenus ici sont les

programmes de l'école primaire successivement publiés en 1985, 1995, 2002, 2007 (programmes 2002 rénovés) et 2008, seuls textes au statut injonctif et normatif. Avant ces dates, nous ne trouvons pas trace d'une prescription explicite concernant l'évolution du vivant.

Etant donné leur brièveté, nous avons choisi d'analyser également des documents dits d'application, publiés par le Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). Ces documents ne sont pas injonctifs mais constituent une aide notable pour les enseignants. Ils sont rédigés par des collectifs constitués de chercheurs, d'enseignants et d'inspecteurs de l'éducation nationale, validés par le MEN qui les diffuse.

La question que nous nous posons en débutant ce chapitre est donc la suivante : Sachant que l'évolution du vivant est un sujet d'étude vaste et complexe, quelle transposition est proposée dans les programmes de l'école primaire ?

Pour analyser ces textes, nous nous sommes, dans un premier temps, attachés à repérer des mots clés, indicateurs selon nous de la transposition choisie au fil des changements de programme ; sont en particulier identifiés les éléments de savoirs auxquels ils se réfèrent, explicitement ou implicitement.

1.1. Le prescrit

L'étude que nous avons menée s'inscrit dans le cadre des instructions en vigueur entre 2004 et 2008 (MEN, 2007). Les références explicites au concept d'évolution se trouvent dans le libellé des programmes du cycle des approfondissements ou cycle trois qui concernent des élèves âgés de 8 à 11 ans (grade 3 et 4). Elles indiquent clairement qu'il s'agit, à l'école primaire, de « *parvenir à une première approche de la notion d'évolution des êtres vivants* ». Cette « initiation » au concept d'évolution doit se faire, d'une part « *à partir de l'unité du vivant, caractérisée par la mise en évidence de quelques grands traits communs* » d'autre part à partir de « *sa diversité, illustrée par l'observation de différences, le tout conduisant aux notions d'espèces et d'évolution* ». Par cette mise en texte, il est explicitement précisé d'établir des liens entre notion d'espèce, classification des êtres vivants et concept d'évolution (MEN, 2007). Nous retrouvons ici les récents travaux sur la systématique et la classification phylogénétique du vivant (Lecointre & Le Guyader, 2006) qui rendent compte des étapes de l'évolution du vivant en se référant notamment à la notion d'unité dans la diversité et à celle de parentés entre les êtres vivants.

Si l'on se réfère aux documents d'application correspondants (MEN, 2002), la notion d'évolution des espèces retenue est sans équivoque : « *Les espèces aujourd'hui présentes sur la Terre proviennent d'autres espèces qui vivaient autrefois* ». Ce sont les notions de « *descendance avec modification par la sélection naturelle* » (Darwin, 1992), de parentés entre les êtres vivants et

d'ancêtre commun qui sont ici sous jacentes, idées fortes qui permettront à Charles Darwin d'étayer, au XIX^e siècle, sa théorie de l'évolution (1859).

Notons également que, depuis 1995 (MEN, 1995), la prescription insiste sur l'étude « *de quelques fossiles typiques* » comme témoins de l'évolution (apparition et disparition de formes vivantes au cours des temps). Ce choix transpositif est conforme à ce que l'histoire des sciences a retenu de la naissance de l'idée d'évolution et, par la suite, de la construction du concept d'évolution (Chapitre I § 1)

Le rôle dévolu aux fossiles dans les programmes scolaires renvoie à l'épistémologie bien spécifique de ces savoirs et à la façon dont elle est transposée dans le cadre scolaire. En effet, la paléontologie n'est pas une science expérimentale dans laquelle l'expérimentation pourrait jouer le rôle (transposé à l'école) de validation des savoirs enseignés. La théorie de l'évolution relève également des *sciences historiques* (Picq, 2007b ; Lecointre, 2007 ; Aroua & al., 2007). Comme vu précédemment, son objet est de décrire l'organisation de monde vivant et d'apporter des éléments de réponse à la question « Comment cela s'est-il fait ? » (Picq, 2007a). Elle s'intéresse à l'enchaînement des causes et des effets dans l'espace et dans le temps (Gayon, 2004). Or l'école ne peut se contenter de valider les savoirs enseignés par la seule autorité (personnelle ou institutionnelle) des professeurs. Elle se doit d'appuyer cette validation sur la rationalité. C'est ce qui la différencie des croyances. Ce point de vue est d'ailleurs clairement explicité dans les textes définissant le *Socle commun des connaissances et de compétences* (MEN, 2006), dans son pilier 3 : « *l'étude des sciences expérimentales contribue à faire comprendre aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part* ».

Par exemple, en sciences physiques, ce rôle est joué par « l'expérience de validation » (bien souvent unique) qui vient « prouver que le modèle est bon ». Dans le cas que nous étudions, ce rôle est attribué aux fossiles, comme preuves de la pertinence de l'idée d'évolution, comme cela s'est aussi fait historiquement, même si l'on se contente de montrer aux élèves un ou deux fossiles. Ceci est bien une caractéristique du phénomène de transposition didactique à l'école. Il est évident que l'on ne peut amener les élèves à parcourir tout le processus qui a conduit à la validation scientifique. Cette validation est alors externe au maître à travers un des éléments du contrat didactique : « *Vous pouvez me croire parce que ce n'est pas moi qui le dit mais tous les savants qui sont d'accord. Je ne vous montre qu'un ou deux fossiles mais cela suffit pour vous faire comprendre* ». D'ailleurs ceux qui combattent la théorie au nom du créationnisme ne s'y trompent pas ; ils concentrent leurs attaques sur ce point en tentant de montrer que l'on peut trouver aisément des fossiles très anciens identiques à des espèces actuelles, révélant qu'il n'y a pas eu évolution, mais permanence ou disparition (Yahya, 2006). Notons que ces considérations ne sont ni explicitées ni justifiées dans les

textes mais se résument à la consigne de se référer aux fossiles. En voici un exemple parmi des centaines (tableau 8)

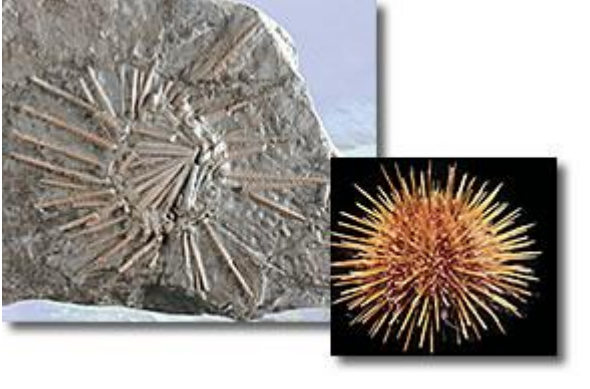
	« Un fossile d'oursin datant de quelques 300 millions d'années montre que ces créatures, dans toute la complexité de leur structure, existent depuis des centaines de millions d'années. A travers le temps, leur structure n'a subi aucun changement ni n'est passée par des étapes transitoires de transformations »
Extrait du site http://www.harunyahya.fr/livres/evolution/atlas_II/atlas_II_01.php	

Figure 10 : Un extrait du site d'Harun Yayha

1.2. Les évolutions du prescrit

Comme nous l'avons déjà indiqué, les libellés des programmes de l'école primaire sont très succincts. Le tableau suivant regroupe les formulations successives qui évoquent le concept d'évolution dans les textes du cycle des approfondissements de 1985 à 2008 :

Date	Extraits
B.O. du 15 mai 1985	<i>L'évolution des vivants</i>
B.O. HS n° 5 du 09 septembre 1995	<i>Des traces de l'évolution des êtres vivants ; quelques fossiles typiques.</i>
B.O. HS n° 1 du 14 février 2002	<i>Des traces de l'évolution des êtres vivants (quelques fossiles typiques) ; les grandes étapes de l'histoire de la Terre ; notion d'évolution des êtres vivants.</i>
B.O. HS n° 5 du 12 avril 2007	<i>Parvenir à une première approche de la notion d'évolution à partir de l'unité du vivant, caractérisée par la mise en évidence de quelques grands traits communs, puis de sa diversité, illustrée par l'observation de différences, le tout conduisant aux notions d'espèce et d'évolution.</i> <i>Première approche de la notion d'évolution des êtres vivants à partir de quelques fossiles typiques ;</i>
B.O. HS n° 3 du 19 juin 2008	Toute référence explicite à la notion d'évolution a disparu.

Tableau 8 : Extraits des BOEN de 1985 à 2008

De « *L'évolution du vivant* » en 1985, on passe à « *Première approche de la notion d'évolution à partir de l'unité du vivant, caractérisée par la mise en évidence de quelques grands traits communs, puis de sa diversité, illustrée par l'observation de différences, le tout conduisant aux notions d'espèce et d'évolution ; première approche de la notion d'évolution des êtres vivants à partir de quelques fossiles typiques* » en 2007. Cet enrichissement sémantique peut apparaître comme une volonté de clarification, d'explicitation de la prescription.

D'autre part, en 1985, les compléments au programme proposaient des objectifs de connaissance, conformément à la pédagogie par objectifs qui prévalait au moment de l'écriture de ces textes, et des activités possibles. Les activités suggérées s'appuyaient principalement sur l'observation de fossiles et l'analyse de documents.

Objectifs de connaissances	Activités possibles pour mettre en œuvre et atteindre ces objectifs
<i>Les roches conservent parfois des traces de la vie d'autrefois.</i> <i>Les fossiles permettent de reconstituer de grandes étapes dans l'histoire de la Terre, de constater l'apparition et la disparition de certaines formes vivantes. Ainsi, les Hommes n'ont pas toujours existé à la surface de la Terre et ils se sont transformés au cours du temps. On reconnaît leur présence grâce à divers indices (squelettes, outils, traces de feu, peintures ...)</i> <i>Des études précises ont permis d'établir des parentés entre les divers groupes animaux et végétaux.</i>	<i>Observer des fossiles et réaliser des moulages de coquilles pour comprendre comment ils ont pu être conservés. Prendre conscience de l'importance des fossiles pour la reconstitution de la vie autrefois dans le milieu où s'est formée la roche qui les contient.</i> <i>Analyser des documents :</i> ▪ <i>illustrant quelques étapes de la vie sur la Terre et témoignant de l'apparition ou de la disparition de certains groupes animaux et végétaux,</i> ▪ <i>montrant l'évolution de l'Homme, d'un groupe animal,</i> ▪ <i>donnant l'idée de relations entre les divers groupes animaux.</i>

Tableau 9 : Extrait des compléments au programme 1985

En 2002 et 2007, priorité est donnée aux compétences spécifiques à développer avec en toile de fond les savoirs.

Date	Compétences de fin de cycle
B.O. du 14 février 2002	<i>Avoir compris et retenu une première approche des notions d'espèce et d'évolution.</i>
B.O. HS n° 5 du 12 avril 2007	<i>Apprendre à classer les êtres vivants à partir de ce qu'ils ont de commun et observer des fossiles pour approcher la notion d'évolution.</i>

Tableau 10 : Extraits des BOEN 2002 et 2007

Par ailleurs, dans le document d'application correspondant (MEN, 2002), on ne relève pas de réels liens entre compétences à développer et activités vaguement suggérées dans une colonne intitulée « commentaires ».

Compétences spécifiques	Commentaires
<i>Être capable d'exploiter des documents écrits ou multimédias (histoire de la remise en cause du fixisme, reconstitution de squelettes d'espèces aujourd'hui disparues) et des visites de musées ou des sorties sur le terrain.</i>	<i>Pour comprendre le concept d'évolution, il est nécessaire de disposer de la notion d'espèce et d'avoir une première idée de la classification des êtres vivants (voir cycle 2).</i> <i>On privilégie les sorties sur le terrain et dans les musées ou les expositions.</i>
<i>Être capable de mettre en relation l'évolution des espèces avec l'observation de quelques fossiles (directe ou sur documents).</i>	<i>On intègre les apports personnels des élèves dans les activités (exemple : fossiles trouvés par les élèves).</i>
<i>Être capable de situer sur une « frise du temps » les grandes étapes de l'histoire de la vie sur Terre, d'y constater l'apparition et la disparition de certaines espèces animales et végétales. Découvrir que l'espèce humaine n'a pas toujours existé à la surface de la Terre et qu'elle a évolué au cours du temps.</i>	<i>La comparaison avec une frise du temps réalisé dans le cadre de l'étude du programme d'histoire peut donner l'occasion de faire prendre conscience de la différence des échelles de temps, respectivement historique et géologique.</i>

Tableau 11 : Extrait du document d'application 2002

Nous avons également fait une lecture du Socle commun de connaissances et de compétences (2006) qui définit « *tout ce qu'il faut savoir à la fin de la scolarité obligatoire* ». Ce texte est décliné en sept compétences dont une, le pilier 3, fait référence à la culture scientifique et technologique. Il est écrit que « *l'étude des sciences expérimentales contribue à faire comprendre aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part. [...] La présentation de l'histoire de l'élaboration des concepts constitue un moyen efficace d'aborder la complexité. La perspective historique contribue à donner une vision cohérente des sciences.* ».

De fait, les prescriptions successives ne sont « claires » que pour un lecteur expert des questions d'évolution à la recherche des notions clés. Un enseignant polyvalent non spécialiste de la discipline n'a pas les moyens de repérer tout l'implicite des connaissances sous-jacentes et de l'épistémologie à l'œuvre. À notre avis, le professeur des écoles de 2002 est encore plus démuni que celui de 1985 pour réaliser des choix didactiques. À titre d'exemple, si on suggère au professeur d'utiliser *quelques fossiles typiques*, à aucun moment il n'est précisé de quoi les fossiles doivent être typiques. Certes une précision apportée en 2007 semble indiquer que cette typicité doit se situer au niveau de l'évolution. Cependant aucun exemple de fossiles typiques de l'évolution n'est donné à l'enseignant. De notre point de vue, ces prescriptions ne constituent donc pas des aides efficaces pour la mise en place d'un enseignement adapté aux élèves de 8 à 11 ans.

Un document toutefois tranche dans ce tableau : la fiche connaissance n° 9 intitulée « Évolution des êtres vivants » (MEN, 2002b).

Évolution des êtres vivants

FICHE 9

Programme

Cycle 3 :
Unité et diversité du monde vivant
Des traces de l'évolution des êtres vivants
(quelques fossiles typiques).
Grandes étapes de l'histoire de la Terre : notion
d'évolution des êtres vivants.

Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Les élèves croient spontanément à la fixité des espèces. Ils pensent souvent que les fossiles sont des animaux morts, ils oublient les végétaux.

La longueur des temps géologiques (en millions et milliards d'années) pose souvent le problème de la gestion des grands nombres.

Le temps nécessaire à la fossilisation est rarement pris en compte, les élèves pensent souvent que l'animal mort « s'est couché et enfoncé » dans la roche.

La contemporanéité des êtres vivants n'est pas toujours construite : les élèves font, par exemple, parfois voisiner les hommes et les dinosaures dans le même milieu et une même période.

Les élèves ne considèrent pas l'homme comme un animal, car ses activités sont particulières.

Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations

Ne pas limiter l'étude à des restes animaux pour construire la notion de fossile, ni à une seule époque sans la situer par rapport aux temps géologiques.

Connaissances

– Les fossiles constituent des traces de la vie d'autrefois. Ce sont des traces d'animaux ou de végétaux qui existaient à l'époque de la formation de la roche qui les contient.

– Les fossiles permettent de reconstituer de grandes étapes de l'histoire de la Terre, de constater l'apparition et la disparition de certaines espèces animales et végétales.

– Les hommes n'ont pas toujours existé à la surface de la Terre et ils se sont transformés au cours du temps. Divers indices témoignent de leur présence (squelettes, outils, traces de feu, peintures...).

Pour en savoir plus

– La Terre s'est formée il y environ 4,5 milliards d'années ; 1 milliard d'années environ s'écoule avant les premières formes vivantes connues. Les êtres vivants d'aujourd'hui résultent d'une longue évolution et ont tous des liens de parenté. Chronologie d'apparition des principales familles d'êtres vivants : bactéries, êtres monocellulaires à noyaux, métazoaires, invertébrés, vertébrés.

Les formes « primitives », chronologiquement parlant, n'étaient pas nécessairement moins évoluées fonctionnellement que les formes actuelles.

– Les différentes espèces de dinosaures sont apparues il y a environ 250 millions d'années et ont disparu il y a 65 millions d'années.

L'homínisation correspond à une évolution biologique et culturelle (station debout, bipédie, augmentation de volume du cerveau, fabrication d'outils, maîtrise du feu, vie sociale, culte des morts, arts...).

Réinvestissement, notions liées

Temps, chronologie (lien avec la frise historique).

Notion de plan d'organisation d'un animal.

Connaissance des classes de vertébrés.

Fiche n°6 « Besoins des végétaux ».

Cette fiche liste notamment les difficultés provenant des idées préalables des élèves, quelques écueils à éviter et les connaissances à construire. On y retrouve des éléments empruntés à la didactique des sciences et qui témoignent des actions réalisées autour de l'opération « La main à la pâte ». Elle interpelle les enseignants sur les difficultés d'un tel enseignement au-delà de la

difficulté du concept lui-même. Nous y reviendrons dans le paragraphe suivant qui va s'intéresser aux obstacles de l'enseignement de l'évolution.

Pour synthétiser notre propos, nous proposons le tableau suivant. Il s'agit de repérer, dans les écritures successives des documents mis à la disposition des enseignants (programmes et documents d'application), les notions clés permettant une première approche du concept d'évolution qui sont présentes ou non, et ce de manière explicite ou non. Ce tableau est construit en se référant à la carte conceptuelle proposée dans la première partie de ce travail (Fig. 8).

Notions clés pour construire un premier niveau du concept d'évolution du vivant	1985	1995	2002	2007	2008
Les fossiles, témoins de l'histoire de la vie sur Terre (apparitions/disparitions)	X				
Les fossiles, témoins de l'évolution		X	X	X	
Notion de biodiversité				X	X
L'évolution explique la biodiversité					
Le monde vivant n'est pas immuable, il a une histoire.	X	X	X	X	
Les êtres vivants ont des parentés	X		X	X	
Notion d'adaptation au milieu			X	X	X
L'évolution permet l'adaptation au milieu					
L'évolution se déroule à l'échelle des temps géologiques			X	X	
L'idée d'évolution du vivant n'a pas toujours été la règle dans l'histoire (notion d'histoire des sciences)			X	X	
L'évolution explique les parentés entre les êtres vivants					
L'évolution est liée au hasard					
L'évolution explique l'apparition de nouvelles espèces (spéciation)					

Tableau 12 : Les notions clés du concept d'évolution à travers les programmes de 1985 à 2008

Depuis l'apparition du concept d'évolution dans les programmes de l'école primaire en 1985, ce qui a été logiquement privilégié pour construire un premier niveau de conceptualisation, ce sont les faits tangibles de l'évolution qui s'appuyaient sur :

- l'étude des fossiles ;
- la mise en évidence de ressemblances entre les êtres vivants afin d'établir des parentés ;
- le constat des différentes adaptations des êtres vivants à leur milieu de vie.

On retrouve là une similitude avec les nombreuses observations réalisées par Charles Darwin au cours de son voyage sur la Beagle entre 1831 et 1836 et qui l'ont conduit peu à peu à l'idée que les espèces évoluent comme, par exemple, la découverte de grands animaux fossiles de la pampa couverts de carapaces comme les tatous actuels, la prise de conscience de la façon dont des animaux très proches se remplacent les uns les autres quand on descend vers le sud de la Patagonie et la mise en évidence de variations morphologiques de diverses espèces présentes sur les îles Galápagos (les pinsons notamment).

Notons qu'en 2002, il est suggéré, dans les documents d'application, une timide approche de la question de l'évolution sous l'angle historique *« être capable d'exploiter des documents écrits : histoire de la remise en cause du fixisme »*. Cela rejoint une volonté exprimée dans le *Socle commun de connaissances et de compétences* (MEN, 2006) : *« la présentation de l'histoire de l'élaboration des concepts constitue un moyen efficace d'aborder la complexité. La perspective historique contribue à donner une vision cohérente des sciences »*. Rappelons que, par ce document, *« la République indique le contenu impératif de la scolarité obligatoire »* et *« le socle commun constitue la référence pour la rédaction des programmes d'enseignement de l'école et du collège. Ce texte présente l'ensemble des valeurs, des savoirs, des langages et des pratiques dont la maîtrise permet à chacun d'accomplir avec succès sa scolarité, poursuivre sa formation, construire son avenir personnel et professionnel, ainsi que contribuer à réussir sa vie en société. »*.

A l'issue d'une étude de la place de l'évolution dans les programmes actuels français, de l'école au lycée, Orange (2008) s'est attaché à repérer les rôles qu'y prend l'évolution par rapport aux savoirs biologiques. Il retient quatre grandes fonctions épistémologiques de l'évolution :

- l'évolution comme une idée à suggérer, à illustrer, à expliciter ;
- l'évolution comme paradigme de la biologie historique ;
- l'évolution comme élément de paradigme en biologie fonctionnaliste ;
- l'évolution comme un phénomène à expliquer.

Dans les programmes de l'école primaire, l'évolution est présente en tant qu'idée à suggérer (*l'observation directe ou sur document de quelques fossiles typiques, comparées avec des espèces*

actuelles, doit être mise en relation avec l'idée que les espèces aujourd'hui présentes sur la Terre proviennent d'autres espèces qui vivaient autrefois) et, de manière beaucoup plus implicite, en tant qu'élément de paradigme en biologie fonctionnaliste (*être capable, à partir de l'étude d'une ou deux fonctions, comme la locomotion ou la respiration, de constater l'adaptation des êtres vivants à leur milieu*).

Coup de théâtre en 2008 avec la disparition totale de toute référence explicite à l'enseignement de l'évolution à l'école primaire ! Malgré tout, une analyse fine des textes montre que subsistent des notions importantes qui sont à la base de la construction d'un premier niveau de conceptualisation. Par exemple, dans un paragraphe intitulé *Unité et diversité du vivant*, on peut retenir les trois points suivants :

- *Présentation de la biodiversité : recherche de différences entre espèces vivantes,*
- *Présentation de l'unité du vivant : recherche de points communs entre espèces vivantes,*
- *Présentation de la classification du vivant : interprétation de ressemblances et différences en termes de parenté.*

D'autre part, il est prescrit d'étudier « *l'adaptation des êtres vivants aux conditions du milieu* » dans une perspective environnementale.

On peut donc affirmer que le concept d'évolution n'a pas complètement disparu de ces nouveaux textes même si le mot *Évolution* n'est plus présent. Mais les conséquences de la disparition du terme sont, à notre avis, loin d'être anodines. En effet, cela va rendre l'acte d'enseignement encore plus difficile.

Quelle justification à cet élagage ? Elle semble dépasser le cadre de l'enseignement des sciences et est à chercher dans la vision de l'école qui prévaut dans les instances décisionnelles et dans certaines tranches de notre société, au moment de la parution de ces nouveaux programmes. En les recentrant sur l'apprentissage des fondamentaux que sont le lire et l'écrire, ces nouveaux textes sont marqués par l'inadaptation des contenus, par un affaiblissement de leur dimension culturelle et par une conception mécaniste des apprentissages. Nous ne pourrions n'émettre que des hypothèses mais cela nous interpelle pour plusieurs raisons : le concept d'évolution est le fondement de la biologie moderne. C'est, certes, un concept difficile mais dont la construction doit débiter au plus tôt afin de prévenir les dérives créationnistes.

Dans les nouveaux programmes du collège (MEN, 2007), il a, en revanche, été décidé que le concept d'évolution soit mis en lumière avec comme point d'orgue le programme de la classe de 3^{ème} à compter de la rentrée 2008. Il s'agit notamment :

- d'atteindre un premier niveau de formulation de la théorie de l'évolution des organismes vivants au cours des temps géologiques présentée sous la forme d'un *arbre unique* ;
- de donner un *aperçu de la théorie expliquant ces faits* ;
- de montrer que la *classification scientifique actuelle se fonde sur la théorie de l'évolution*.

Le BO du 19 avril 2007 fait même référence à la fiche connaissance n° 9 évoquée précédemment.

Pour conclure cette analyse curriculaire, nous pouvons discuter des choix didactiques qui ont été faits pour l'enseignement de l'évolution à l'école primaire en nous référant à la carte conceptuelle que nous avons proposée dans la partie I. Aucun des axes tels que nous les avons définis n'est vraiment privilégié. De septembre 1985 à juin 2008, où la référence au concept d'évolution est explicite, ce sont les concepts d'unité et de diversité du vivant, de traces fossiles, de successions d'êtres vivants qui sont mis en lumière. Dans la carte suivante, apparaissent en couleurs les concepts retenus lors de la transposition didactique dans les textes de l'école primaire.

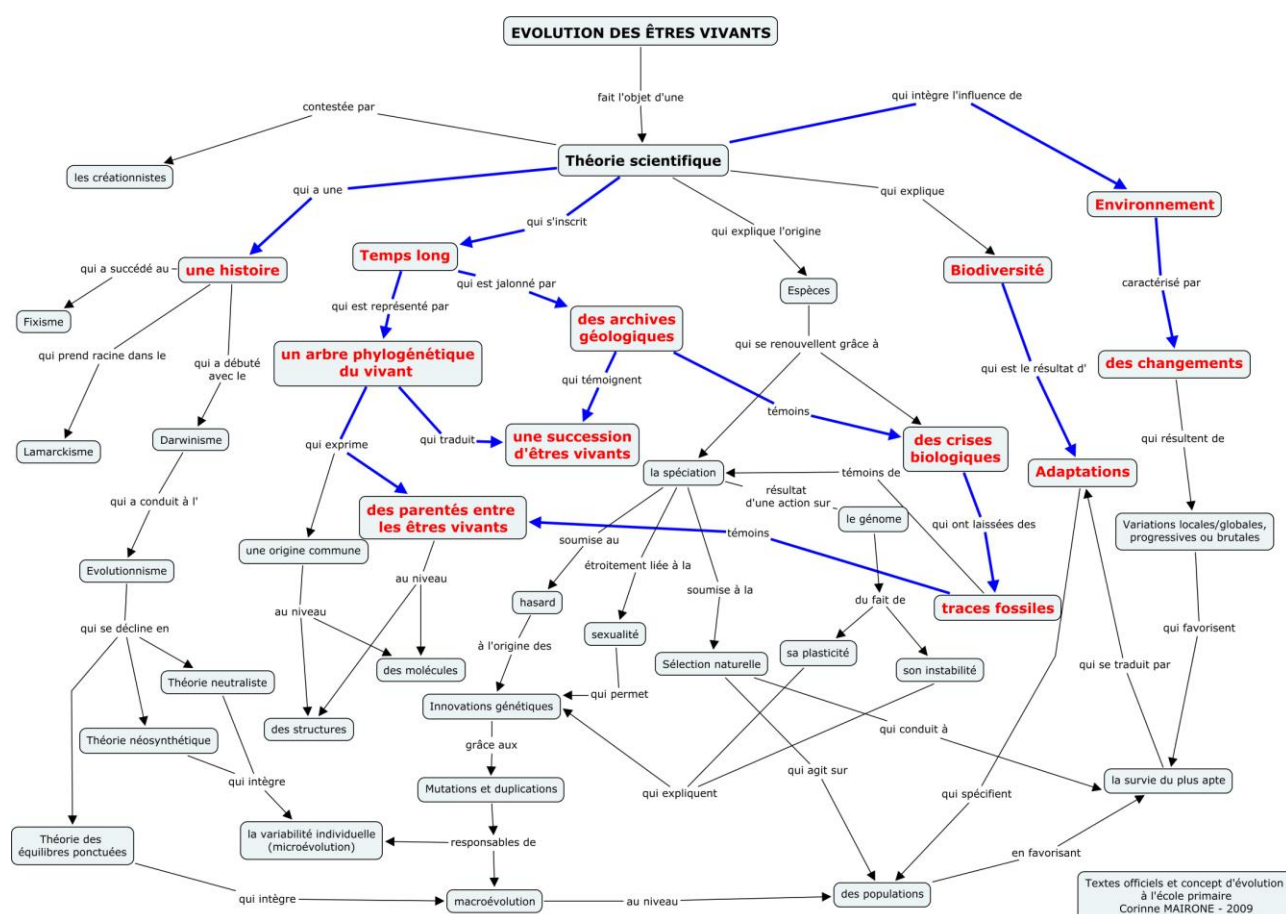


Figure 11 : Carte conceptuelle du savoir « Evolution » dans les textes officiels

Depuis septembre 2008, ce sont les concepts de biodiversité, d'unité et de diversité du vivant, de parentés entre les êtres vivants et d'adaptation qui semblent privilégiés même si tous n'apparaissent pas explicitement dans la prescription. Pour un expert, ces différents concepts s'inscrivent bien dans le concept d'évolution mais qu'en est-il de la lisibilité de ce concept pour des enseignants généralistes ? En effet, les programmes rédigés en seulement quelques lignes traduisent donc, en réalité, un savoir étendu et l'on peut mesurer la part de l'implicite de ces textes que seul un expert des questions d'évolution peut percevoir.

Toutefois, dans le cadre de notre étude, on peut dire que les prescriptions officielles ne donnent pas une vision claire de ce que l'on attend des enseignants c'est-à-dire que les objectifs de connaissances et de compétences sont grossièrement définis et les activités proposées sont à peine évoquées et jamais de façon opérationnelle. Ceci nous amène à émettre quelques hypothèses :

- la qualité des prescriptions peut avoir une influence sur l'engagement des enseignants dans leur classe vis-à-vis d'un tel enseignement et le manque de précision des programmes prescrits n'engage pas les professeurs des écoles à se lancer dans l'enseignement de l'évolution ;
- celles et ceux qui ont eu une formation scientifique, et surtout une formation en sciences de la vie, doivent être plus armés pour décrypter les textes. Ils doivent mettre en place des enseignements plus fréquemment que les autres ;
- pour concevoir leurs séquences d'enseignements, les professeurs doivent faire largement appel à une documentation externe.

1.3. L'évolution du vivant dans les manuels scolaires

Afin de compléter notre analyse de la transposition didactique, l'étude de quelques manuels scolaires s'impose. L'évolution étant un sujet complexe et le prescrit succinct, nombre d'enseignants de l'école primaire se trouvent démunis au moment de préparer leur enseignement. Le manuel scolaire est l'outil auquel il se réfère le plus souvent.

Il s'agit, pour nous, de repérer la façon dont est perçu et interprété le prescrit par les auteurs de manuels et d'en faire une brève analyse au regard de la carte conceptuelle proposée. Autrement dit, quels choix ont été opérés par des équipes d'auteurs en se basant sur un même programme officiel ? Nous avons choisi trois manuels de trois éditeurs différents, sans critères de choix particuliers, et nous en proposons l'analyse suivante en nous inspirant de la grille de lecture proposée par Quessada (2008). Dans cette grille, au delà d'informations générales, figurent des éléments centrés sur le concept étudié : le nombre de pages du manuel consacrées à l'évolution, les titres des différents chapitres et paragraphes, les activités proposées, les éventuels mots-clés retenus. Il s'agit de donner

une image de l'épistémologie à l'œuvre dans ces trois ouvrages. Nous tenterons de relier chacun d'entre eux à la carte conceptuelle proposée dans le chapitre I (Fig. 8).

1.3.1. Manuel 1 (en lien avec le programme 2002)

Informations générales	
Titre	Sciences. 64 enquêtes pour comprendre. Cycle 3
Auteurs	JM Rolando, G Simonin, P. Pommier, J. Nomblot, JF Laslaz, S Combaluzier
Editeur	Magnard
Année	2003
Nombre de pages	223 pages
Informations à propos du concept d'évolution	
Dans un chapitre « Unité et diversité du vivant », 4 enquêtes ont pour thème le concept d'évolution (soit 10 pages au total) : ➤ Comment peut-on classer les êtres vivants ? ➤ Que racontent les fossiles ➤ Comment peut-on reconstituer l'histoire du monde vivant ? ➤ D'où vient l'Homme moderne ? <u>Les activités</u> ➤ Un exercice de classification à partir de vignettes ➤ Fossile et reconstitution paléogéographique ➤ Modélisation de la fossilisation ➤ Comparaison de squelettes d'ancêtres de la baleine ➤ Réalisation d'une frise du temps ➤ Histoire de dents, histoire de mâchoires : comparaison de dessins de squelettes ➤ Lecture d'un arbre évolutif de l'Homme Des connaissances formalisées en 1 page en réponse aux questions-enquêtes.	

Tableau 13 : Eléments d'analyse d'un manuel scolaire – Magnard 2002

Les concepts qui sont mobilisés (plus ou moins explicitement) au regard de la carte conceptuelle proposée sont : temps long, traces fossiles, archives géologiques, créationnisme, parentés entre êtres vivants (ancêtre), arbre de l'évolution, succession des êtres vivants. L'évolution humaine est ici présentée sous forme d'un arbre.

1.3.2. Manuel 2 (en lien avec le programme 2002)

Informations générales	
Titre	Sciences expérimentales et Technologies. CM cycle3.
Auteurs	J. Guichard (ss la direction de), L. David, M.-C. Decourchelle, F. Guichard, M. Lemaire
Editeur	Hachette Éducation collection les ateliers
Année	2005
Nombre de pages	158 pages
Informations à propos du concept d'évolution	
Dans un chapitre intitulé « Unité et diversité du monde vivant », 2 problématiques et 4 zooms sont consacrés à l'évolution (soit 14 pages au total) ➤ Zoom sur ...classer les plantes ➤ Zoom sur ...classer les animaux ➤ Sont-ils de la même espèce ? objectif : comprendre la notion d'espèce ➤ Que racontent les fossiles ? objectif : découvrir des traces de l'évolution des êtres vivants (quelques fossiles typiques) ➤ Zoom sur ...les premières étapes de la vie ➤ Zoom sur ...de la sortie des eaux aux premiers hommes ➤ Zoom sur ...l'évolution de l'Homme Dans le sommaire, une liste de mots-clés annoncés comme extraits du programme sont indiqués : classement, espèce, fossile, paléontologue, évolution, bactérie, poisson, amphibie, reptile, dinosaure, Homo habilis, Homo erectus, homme de Neandertal, homme de Cro-Magnon. Une problématique traite de la question de l'adaptation : comment les animaux résistent au froid ? <u>Des activités</u> ➤ Lecture d'un texte ancien (extrait de l'Histoire naturelle de Buffon, 1758) ➤ Réalisation de moulages ➤ Une bande dessinée des étapes de la fossilisation ➤ Réalisation d'une frise à partir des zooms	

Tableau 14 : Eléments d'analyse d'un manuel scolaire – Hachette 2002

Les concepts mobilisés sont : espèce définie sur la base des critères topologiques (ressemblances) et biologiques (interfécondité), temps long, traces fossiles, archives géologiques, succession d'êtres vivants, adaptation.

L'évolution de l'Homme est schématisée de façon très linéaire. Nous retrouvons ici sans surprise ce que dénonce Quessada (2008) : « *L'étude des manuels scolaires français actuels a mise en évidence une faiblesse épistémologique importante en ce qui concerne le concept d'évolution buissonnante* ».

1.3.3. Manuel 3 (en lien avec le programme 2008)

Informations générales	
Titre	Toutes les sciences. Cycle 3
Auteurs	M Coquidé, A Fauche, C Garnier, A Giordan, A L'Haridon, F Pellaud
Editeur	Nathan
Année	2008
Nombre de pages	239 pages
Informations à propos du concept d'évolution	
Dans un chapitre intitulé « Vivant et environnement », trois questions sont en lien avec l'évolution (soit 12 pages au total) ➤ Comment classer les êtres vivants ? ➤ Pourquoi les girafes ont-elles un long cou ? ➤ Que lit-on dans les pierres ? Le manuel propose aussi des pages « magazines » qui invitent à approfondir le sujet : l'épopée des reptiles, l'homme ne descend pas du chimpanzé. <u>Des activités</u> ➤ Classer les êtres vivants ➤ Un calendrier de l'histoire de la Terre ➤ Peut-on fabriquer des fossiles ?	

Tableau 15 : Eléments d'analyse d'un manuel scolaire – Nathan 2008

De très nombreux concepts liés à l'évolution sont ici mobilisés : biodiversité, parenté des êtres vivants, temps long, archives géologiques, succession d'êtres vivants, population, adaptation, sélection naturelle. C'est au moment où la référence explicite à l'évolution disparaît des programmes qu'un manuel prend l'initiative de présenter le concept d'évolution dans sa plus grande largeur, de présenter une science en mouvement en dénonçant des *expressions toutes faites*, en posant des questions que personne ne se pose en dehors de la sphère scientifique.

On peut, sans trop de risques, formuler l'hypothèse que nombre d'enseignants découvriront le concept d'évolution au travers des manuels scolaires. Cette brève analyse montre de nombreux

points de convergence entre ces trois manuels : lien explicite entre classification des êtres vivants et évolution, une attention toute particulière sur le statut des fossiles dans la compréhension de l'histoire de la vie sur Terre, des activités qui visent la structuration du concept de temps long. Seul l'ouvrage le plus récent pose la question de l'évolution de manière très explicite : « *Pourquoi les girafes ont-elles un long cou ?* » tout en précisant dans le livre du maître qu'il ne s'agit de développer l'évolution du vivant mais que « *cette unité conduit à constater que les êtres vivants n'ont pas toujours été semblables à ceux qui vivent actuellement et s'interroger sur l'origine des êtres vivants actuels* ». Deux ouvrages proposent un regard historique par le biais de la lecture de textes anciens (Bible, Buffon), l'un d'entre eux évoquant même le créationnisme biblique comme point de départ de la démarche d'investigation !

Lusignan & Chanet (2007) proposent une analyse de quelques documents extraits de manuels scolaires actuellement présents dans les classes. Ils montrent que tous les documents présentés contiennent une grande quantité d'informations extrêmement denses, complexes et sans liens identifiables entre elles pour des élèves qui ont des connaissances très limitées en biologie, géologie, physique et chimie et qui de plus ont des possibilités d'abstraction très modestes dans les domaines de l'espace et du temps. Ils dénoncent le fait que ces informations sont assénées sans aucune réflexion ni construction des bases nécessaires à leur compréhension.

2. « Evolution du vivant » : un enseignement délicat

Dès les années 70, de nombreuses recherches en didactique des sciences ont été consacrées aux causes de l'échec de l'enseignement scientifique (Giordan & De Vecchi, 1987). Le constat est fait qu'il existe des obstacles à l'appropriation du savoir en général, des savoirs scientifiques en particulier. Le dysfonctionnement pointé par Giordan et De Vecchi (1987) est que « *l'enseignement scientifique oublie de tenir compte du public auquel il s'adresse* ». Ils posent dès lors la question du type de relation qui s'établit avec le savoir. Ces deux auteurs développent alors le concept de conceptions, aujourd'hui très largement accepté par la communauté des didacticiens des sciences comme en témoignent les très nombreuses publications sur le sujet. Ils entendent par conception « *une structure de pensée sous-jacente, un modèle explicatif simple, logique et organisé dont les origines sont diverses et qui peut être utilisé dans une situation donnée pour poser ou résoudre un problème* » (De Vecchi & Giordan, 1994). Pour ces auteurs, « *l'apprenant est au moins un préalable à connaître et à prendre en compte avant toute décision en matière de transmission de savoir* ». Cette approche a, dès lors, changé de façon radicale, la relation éducative.

Qu'en est-il du savoir « Evolution du vivant » ? Que savons-nous des conceptions des élèves à propos de l'évolution et, en particulier, des élèves de l'école primaire ? Quels obstacles peut-on identifier ? De quelle(s) nature(s) sont-ils ? etc.

A propos de l'évolution du vivant, des études en sciences de l'éducation, pour la plupart anglo-saxonnes, se sont intéressées au champ de l'évolution. Les différentes contributions ont notamment exploré les conceptions des apprenants (Bishop & Anderson, 1990 ; Ferrari & Chi, 1998 ; Fortin, 1993 ; Desmates, Settlage & Good, 1995 ; Samarapungavan & Wiers, 1997 ; Crépin, 2002 ; Sinatra & al., 2003 ; Aroua, 2006 ; Ingram & Nelson, 2006 ; Colburn & Henriques, 2007 ; Kampourakis & Zogza, 2007) et des enseignants (Deniz, Donnelly & Yilmaz, 2007). La plupart d'entre elles portent sur des élèves de l'enseignement secondaire et supérieur, dans différents pays mais très peu se sont intéressées aux élèves de l'école primaire. En France, nous retiendrons les travaux de Corinne Fortin (1993) sur des élèves du secondaire, de Patricia Crépin (2002) sur quelques élèves de l'école primaire à propos de l'origine des espèces et de Saida Aroua (2006) sur des élèves tunisiens de l'enseignement secondaire. Ils se sont notamment intéressés aux contraintes, difficultés et obstacles de la mise en place d'un tel enseignement au primaire et au secondaire.

2.1. Les élèves et l'évolution du vivant

2.1.1. Les conceptions des élèves sur « Évolution du vivant »

Demounem et Astolfi (1996) notent que « *l'idée d'évolution du vivant ne paraît pas faire difficulté, tant les élèves acquiescent immédiatement. Trop immédiatement peut-être, et d'une façon qui témoigne des obstacles oubliés* ». Les élèves semblent comprendre le concept d'évolution en s'accordant avec l'idée que « *tout être vivant peut se métamorphoser en un autre* ».

A propos des conceptions d'élèves du collège (11-14 ans) sur l'évolution et la théorie de l'évolution et sur la base de 4 tests, Fortin (1993) montre notamment qu'ils reconnaissent l'existence d'un monde passé et différent du nôtre, les êtres vivants disparus les plus fréquemment cités étant les mammouths et les dinosaures. Pour bon nombre d'entre eux, la disparition d'espèces est un phénomène naturel, consécutif à une inadaptation ou à une épidémie. De plus, les élèves de sixième et troisième ne sont pas en mesure de définir l'espèce tandis que les élèves de cinquième et quatrième convoquent le critère d'interfécondité et la conception typologique. Enfin, les élèves connaissent peu Darwin. 20% des élèves de sixième testés associent le nom de Darwin à un scientifique contre 0% en quatrième et troisième !

D'autre part, dans une étude sur des élèves plus âgés, elle cherche à préciser comment l'élève s'interroge sur l'Evolution et quelle est la nature du référentiel qu'il utilise pour l'interpréter. Ainsi, sur la base des réponses à un questionnaire soumis à des élèves de lycée, elle définit quatre catégories de conceptions à propos de l'évolution dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

<u>Conception évolutionniste</u> <u>Probabiliste</u> • la vie est née du hasard • l'évolution = histoire de la vie • le moteur de l'évolution : la mutation aléatoire • la Théorie de l'évolution = modèle explicatif	<u>Conception transmutationniste</u> <u>Vitaliste</u> • la vie est née des lois de l'univers • l'Evolution = processus vitaliste • le moteur de l'Evolution = la mutation programmée • la Théorie de l'évolution = modèle explicatif
<u>Conception non évolutionniste</u> <u>Déterministe</u> • la vie est le résultat d'un ordre naturel inébranlable • l'Evolution = la lutte pour la vie • le moteur de l'Evolution = l'adaptation • la Théorie de l'Evolution = hypothèse invérifiable	<u>Conception anti-évolutionniste</u> <u>Finaliste</u> • la vie est le résultat d'une création divine • l'Evolution = traduction du projet divin • le moteur de l'Evolution = la mutation programmée • la théorie de l'Evolution = doctrine contraire aux écritures

Tableau 16 : conceptions de lycéens à propos de l'évolution (Fortin, 1993)

Au terme de cette étude, Fortin (1993) précise qu'il ne s'agit pas de faire une analogie entre conceptions des élèves et développement de la pensée scientifique en biologie de l'évolution. Chacune des quatre conceptions est ici à considérer comme un canevas structurel du fonctionnement des conceptions dominantes des élèves.

Concernant les conceptions à propos de l'origine des espèces, Crépin (2002) montre, en reprenant une étude conduite par Samarapungavan & Wiers (1997), que des élèves de l'école primaire française mobilisent « *des systèmes explicatifs globaux à logique mixte* ». En effet, en se basant sur l'hypothèse que les références historiques concernant les différentes étapes de la pensée scientifique à propos de l'origine des espèces peuvent constituer une source pour étudier les idées préalables des élèves, ces auteurs définissent plusieurs systèmes explicatifs repérés dans l'histoire des sciences (tableau 17) :

Modèles non évolutionnistes	Modèle fixiste pur <i>Greek essentialists</i>	<i>Les espèces ont toujours existé sur terre. Les premières espèces sont identiques aux espèces actuelles. Quelques unes ont disparu.</i>
<i>Species as « natural kinds » that have immutable essences.</i>	Modèle spontanéiste ou génération spontanée <i>Ionic philosophers</i>	<i>Il n'y avait pas d'espèces vivantes au commencement mais il y avait des particules inanimées, certaines ayant donné spontanément des espèces vivantes</i>
	Modèle créationniste <i>Biblical Creationists</i>	<i>Toutes les espèces connues ont été créées par Dieu qui décida de leurs propriétés pour être fonctionnelles.</i>
Modèles évolutionnistes	Modèle lamarckiste ou transformiste	<i>Les premières formes de vie étaient de minuscules organismes marins. De nouvelles espèces se sont différenciées à partir des espèces préexistantes sous la pression d'adaptation. Des nouvelles propriétés acquises et les propriétés existantes sont modifiées par l'usage.</i>
	Modèle darwinien	<i>Les populations spécifiques ont évolué au cours du temps sous la pression de la sélection naturelle.</i>

Tableau 17 : Origine des espèces et systèmes explicatifs

Crépin montre ainsi que « *l'architecture interne des réseaux explicatifs des élèves de l'école primaire est structurée par un système explicatif majoritaire et des systèmes explicatifs secondaires qui s'interpénètrent* ». Il est à signaler que, dans cette étude, aucun système spontanéiste, ni aucun système créationniste n'ont été décelés. D'autre part, aucun des sept élèves interrogés n'a mobilisé le modèle darwiniste. En revanche, un système explicatif « dinosauriste » a été créé : les dinosaures sont souvent considérés par les enfants comme les premiers animaux sur terre et chaque espèce actuelle descend d'un unique ancêtre du groupe des dinosaures qui se sont éteints ou se sont transformés en individus d'espèces actuelles. La mobilisation d'un tel système explicatif peut selon les cas correspondre à une logique fixiste ou évolutionniste.

Notons que la catégorie lamarckienne est discutée par certains auteurs (Kampourakis & Zogza, 2007). Ils montrent que des élèves de 15-16 ans pensent que les besoins imposent directement les changements sur les organismes afin de survivre dans un environnement donné tandis que Lamarck croyait que c'était l'effet de l'utilisation ou non d'une structure qui provoquait

les changements d'organisation et par conséquent les transformations. Ils en concluent que les relations entre les idées des élèves et étudiants et les points de vue historiques doivent être abordés avec précaution étant donné les différences historiques, sociales et culturelles.

Dans le cadre d'un mémoire de DEA (Mairone, 2004), un regard plus précis a été porté sur les conceptions des élèves de l'école primaire à propos des fossiles. Étant donné la place dévolue aux fossiles dans les programmes de l'école pour l'introduction du concept d'évolution, il paraît important d'en rappeler les principales conclusions.

Le fossile est un objet géologique connu de la plupart des élèves, par le biais de l'école ou de la famille. Deux études (Deunff & al., 1990 ; Gouanelle et Schneeberger, 1995) montrent l'influence de l'étude de la préhistoire. Le fossile est, en effet, souvent assimilé à une production humaine. Quand l'objet est mis en relation avec un être vivant, cette relation est souvent limitée aux seuls animaux. L'idée d'empreinte domine, conçue comme un dessin, une gravure, quelque chose de collé. Les élèves ne font que rarement le lien entre fossile et roche.

Le fossile est largement associé à la notion de temps long et lointain : *il faut des siècles, avec le temps, après des années, très longtemps, des milliers d'années ...* pour « faire » un fossile. On ne note pas de liens explicites et spontanés entre le fossile et la notion d'évolution du vivant. En revanche, le fait que les élèves associent les fossiles à des animaux disparus (majoritairement les dinosaures et les mammouths) signifie qu'ils reconnaissent qu'un monde vivant, différent du nôtre, a existé dans le passé (Fortin, 1993). D'autre part, Fortin souligne qu'une définition adéquate du fossile n'engage en rien sur un processus de filiation entre animaux disparus et contemporains.

2.1.2. Des obstacles à l'apprentissage de l'évolution (du côté des élèves)

La recherche de l'origine possible des conceptions des élèves montre rapidement leur caractère « composite » (Astolfi & al., 1997). Astolfi & Develay (1989) listent plusieurs origines possibles. En effet, une conception peut, par exemple, être liée à l'inachèvement du développement cognitif, à l'ambiguïté du langage, à un phénomène de surdétermination inconsciente, à une représentation sociale ...

Les conceptions, quelle que soit leur origine, sont donc autant de points qui peuvent faire obstacle à l'apprentissage. Cette notion d'obstacle se décline selon deux références (Demounem & Astolfi, 1996) :

- une référence à Bachelard qui parle d'obstacles épistémologiques, attestés dans la genèse historique d'un concept et constitutifs du savoir actuel « On connaît contre une connaissance antérieure ». Elle permet d'apprécier le saut conceptuel indispensable pour acquérir un concept ;

- une référence à Piaget qui permet de comprendre l'évolution intellectuelle des élèves et les raisons de leurs erreurs.

Ces obstacles à l'apprentissage, en partie révélés par l'analyse des conceptions des élèves, présentent deux caractéristiques que nous souhaitons rappeler ici : la résistance et la transversalité. Nombre de conceptions se situent ainsi à la croisée de plusieurs obstacles dont la plupart sont indépendants du savoir considéré. En effet, les obstacles les plus résistants ne sont pas nécessairement des difficultés conceptuelles mais bien souvent des facilités que s'octroient l'esprit pour penser les phénomènes. L'ensemble de ces obstacles constitue ce que l'on appelle alors un « nœud d'obstacles ».

Dans le cas du concept d'évolution du vivant et en se référant à ces deux cadres, Patricia Crépin (2002) distingue, chez des élèves de l'école primaire, des difficultés de deux natures :

- des difficultés liées à l'âge et au stade de développement des apprenants (obstacles de nature psychogénétique) telles que les modes de pensée enfantine qui sont imbriqués dans les raisonnements des enfants : animisme, artificialisme, finaliste. Autrement dit, ces conceptions relèvent principalement de l'inachèvement du développement cognitif.
- des difficultés constitutives du savoir lui-même ou liées au savoir. Dans ce cas, l'origine des conceptions est à rechercher du côté de la pensée commune au sens de Bachelard (2004), pensée commune avec laquelle il est nécessaire d'introduire une rupture épistémologique pour accéder aux concepts scientifiques (Astolfi & al., 1997). Pour Bachelard (2004), c'est en terme d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique.

Ces obstacles dits épistémologiques sont attestés dans la genèse historique d'un concept. Ils sont constitutifs du savoir actuel. Crépin (2002) révèle les obstacles suivants : la non maîtrise de la variable temporelle, la non maîtrise des notions d'ancêtre, d'espèce, la polysémie du mot évolution, la confusion entre cycle de vie d'un être vivant et évolution. Certains obstacles comme celui de l'immutabilité des espèces qui traduit une attitude fixiste peuvent être liés à la non perception et à la lenteur relative des phénomènes en jeu dans l'évolution (Lecointre, 2002) ou de la création de nouvelles espèces par hybridation.

Nous venons d'envisager deux types d'obstacles liés soit à l'inachèvement du développement cognitif de l'apprenant (obstacles psychogénétiques) soit portés par le savoir lui-même du fait de sa complexité (obstacles épistémologiques).

2.2. Les enseignants et l'évolution du vivant

On dénombre à ce jour peu d'études en France, aucune sur l'enseignement de l'évolution à l'école primaire.

2.2.1. Les conceptions des enseignants

On trouve peu d'études centrées sur les représentations des enseignants à propos du concept d'évolution. Dans la partie consacrée au « Savoir savant et société », l'étude Biohead Citizen (2007) a montré que les conceptions des enseignants à propos du concept d'évolution étaient significativement influencées par leur culture d'origine. Rappelons que l'analyse souligne les conceptions plus créationnistes des pays à majorité musulmane.

Dans son étude, Fortin (1993) a soumis un questionnaire à une vingtaine d'enseignants de biologie. Elle souligne, notamment, le déficit de connaissances des enseignants en matière d'épistémologie et d'histoire des sciences. Elle montre également que les enseignants de biologie sont gênés par le fait que « *la théorie [de l'évolution] ne donne prise à la validation expérimentale que sur bien peu de points* ». C'est la question de la valeur scientifique de la théorie de l'évolution qui est ici posée et des critères qui permettent de l'identifier comme une théorie scientifique.

Une étude anglaise (Cleaves & Toplis, 2007) menée auprès 64 enseignants de l'enseignement secondaire (29 experts et 35 stagiaires) montrent que 80% d'entre eux reconnaissent que la théorie de l'évolution est le fondement de la biologie et permet d'expliquer la diversité des espèces. Une majorité d'enseignants (44/64) déclarent s'appuyer sur le poids de l'évidence (*the strenght of evidence for the theory of evolution*) pour convaincre leurs élèves du bien-fondé de cette théorie, mettre en œuvre cet apprentissage.

De façon similaire, au Canada, Asghar, Wiles & Alters (2007) explorent la compréhension de la science de l'évolution de futurs enseignants de l'école élémentaire. 71% des 138 sondés acceptent l'évolution comme un phénomène scientifique basé sur des faits et 83% pensent que les scientifiques sont capables de déterminer avec précision et justesse l'âge de l'univers, de la terre, des roches et des fossiles. En revanche, des entretiens conduits auprès de 8 volontaires montrent que la moitié d'entre eux ont une idée très basique de la science de l'évolution et qu'ils ne connaissent pas ou ne comprennent pas les mécanismes de l'évolution. D'autre part, plusieurs déclarent être influencés par leurs convictions religieuses dans leur compréhension de l'évolution.

2.2.2. Des obstacles à l'enseignement de l'évolution

Au niveau des enseignants, les obstacles à l'enseignement de l'évolution semblent être de plusieurs natures. Des études anglo-saxonnes conduites auprès d'enseignants ou de futurs enseignants de l'école élémentaire se sont intéressées aux liens que l'on peut établir entre pensée

scientifique et croyances religieuses. Cobern & Loving (2005) montrent, sur la base d'une étude auprès de 545 sujets américains, que le sentiment anti-science n'est pas corrélée à la « force » des croyances chrétiennes et que le sentiment anti-évolution n'est en rien indicateur d'un sentiment anti-science. Crawford & al. (2005) arrivent à des conclusions similaires pour des enseignants en exercice. Par ailleurs, Stolberg (2007) teste 92 futurs enseignants anglais et conclue à l'influence de la pensée religieuse sur l'enseignement des sciences. Asghar, Wiles & Alters (2007) évoquent plusieurs inquiétudes formulées par les futurs enseignants de l'école primaire à propos de l'enseignement de l'évolution : la religion des parents et leur possible opposition, le conflit avec le dogme religieux, leurs lacunes dans le domaine, leurs propres croyances, le type d'école (publique ou privée). Seuls 11% des participants déclarent n'avoir aucune inquiétude à l'idée d'enseigner l'évolution à l'école. Cette étude montre le lien étroit entre l'acceptation de l'évolution et la prédisposition à l'enseigner. Cependant, ils sont 71% à être favorables à l'introduction des concepts de l'évolution dès l'école primaire. Les auteurs concluent en suggérant « *une formation plus efficace des enseignants et une préparation professionnelle leur permettant d'affronter les pressions et les défis sociaux liés à l'enseignement de l'évolution dans les écoles élémentaires* ».

2.3. L'évolution du vivant : un savoir à part ?

Si les conceptions sont, sans aucun doute, en relation avec les connaissances dont dispose l'apprenant (ou l'enseignant), elles sont aussi liées à tout le contexte affectif, social et culturel dans lequel il baigne ce qui les rend parfois tenaces puisque *changer c'est, en quelque sorte, perdre une partie de soi-même* (Demounem & Astolfi, 1996). Dans certains cas, l'apprenant n'arrive pas à construire une nouvelle connaissance car il a déjà des idées préconçues qui l'empêchent de percevoir la réalité du phénomène ou d'intégrer une nouvelle information qui vient en contradiction avec la représentation initiale (Giordan & De Vecchi, 1997).

Pour certains auteurs, il existe des savoirs qui ont une particularité dans le sens où ils portent, aux yeux des apprenants, une valeur symbolique qui fait que ces savoirs peuvent « *interpeller leurs convictions idéologiques et culturelles profondes* ». Ces savoirs sont ceux qui *décrivent certains phénomènes de la vie telles que les concepts de « volcan », de « rotondité de la terre », de la « foudre », de « l'évolution », de « l'éclipse », etc.* (Ben Abderhamane, 2000). Certains les qualifient de *savoirs non neutres* (Chabchoub, 2001), d'autres de *savoirs chauds* (Catel, Coquidé & Gallezot, 2002). Les contenus de savoirs disciplinaires abordés comme non-neutres pour le sujet, d'un point de vue identitaire, social ou culturel peuvent conduire à un investissement différencié dans l'acte d'apprentissage. La prise en compte que le savoir « Évolution du vivant » est un savoir présent dans la société en fait donc un savoir particulier qui, comme nous l'avons déjà

évoqué au chapitre II, suscite débats et polémiques. C'est, d'autre part, un savoir scolaire au sens de Develay (1993) « *ce qu'une génération considère comme utile voire indispensable de transmettre à la génération suivante* ». Le savoir « Evolution du vivant » interpelle les convictions religieuses et suscite, chez les apprenants, différentes postures allant d'une attitude de rejet à une attitude de déchirement en passant par une attitude nuancée selon l'échelle d'attitudes proposée par Chabchoub (2001).

Ces dernières considérations concernant la valeur symbolique de certains savoirs ont conduit des didacticiens des sciences à s'intéresser à la question du rapport au savoir (Chabchoub, 2001 ; Catel & al., 2002 ; Chartrain, 2003 ; Maury & Caillot, 2005).

Comme nous l'avons vu dans le chapitre « Savoir savant et société », le sujet « Évolution du vivant » est un sujet qui, malgré sa complexité, ne se limite pas à la communauté scientifique et vit dans la société. Son enseignement peut s'avérer problématique et ce, pour plusieurs raisons. Les enseignants sont confrontés, au cours de leur enseignement de la théorie de l'évolution, à l'intrusion des idées créationnistes, aux questions relatives à Dieu (Cleaves & Toplis, 2007). C'est un savoir qui porte une valeur symbolique et qui peut conditionner une certaine posture d'apprentissage (Catel & al., 2002). Il représente un terrain potentiel d'affrontements idéologiques au point de conduire à son exclusion des programmes d'enseignement malgré son « incontournabilité » en biologie. Ensuite, les conceptions des élèves sur l'évolution sont complexes et la simple présentation des modèles de processus explicatifs ne semble pas suffire à les faire évoluer (Fortin, 1993 ; Crépin, 2002).

3. Le concept de rapport au savoir pour élargir la réflexion

Au début des années 80, les recherches en didactique considéraient avant tout l'élève comme un pur sujet épistémique isolé, confronté aux nouveaux savoirs que lui apporte l'école. Cet élève était évidemment considéré comme asexué, sans parents de caractéristiques socioprofessionnelles déterminées, sans culture spécifique. C'est l'époque des recherches sur les conceptions des élèves où l'on étudiait les conceptions avant l'enseignement puis après celui-ci dans la perspective de repérer l'effet de cet enseignement. Les nombreux travaux en didactique des sciences consacrés à l'étude des conceptions des élèves s'enrichissent, vers la fin années 1980, d'une nouvelle dimension apportée par les débats autour des questions de rapport au savoir.

Dès les premières rencontres de l'Association pour la Recherche en DIidactique des Sciences et des Techniques (ARDIST), en 1999, en mobilisant le rapport au savoir, Dupin, Roustan-Jalin & Ben Mim (1999) interpellaient la didactique « *Filles et garçons face aux sciences et à la technologie : des questions pour la didactique ?* » et Chartrain et Caillot (1999) présentaient leurs

travaux sur "*Apprentissages scientifiques et rapport au savoir : le cas du volcanisme au CM2*". Depuis, d'autres études ont porté sur les liens que l'on peut établir entre didactique des sciences et concept de rapport au(x) savoir(s) (Ben Abderahmane M.-L., 2000 ; Chabchoub A., 2001 ; Aroua S., Coquidé M. & Abbes S., 2001 ; Catel, Gallezot & Coquidé, 2002 ; Jelmam Y., 2002 ; Mairone & Dupin, 2005). En 2003, Sylvette Maury et Michel Caillot dirigent un ouvrage intitulé « Rapport au savoir et didactiques » et Philippe Jonnaert et Cécile Vander Borghet s'intéressent à *l'importance des rapports au savoir dans une réflexion didactique* dans leur ouvrage « Créer des conditions d'apprentissage ». En 2007, un symposium du congrès international de l'Actualité de la Recherche en Éducation et Formation (AREF) a réuni des chercheurs de différentes disciplines (Jourdan, 2007 ; Kalali, 2007 ; Lorillot, 2007 ; Mairone, 2007 ; Terrisse, 2007 ; Venturini, 2007a).

Dès son origine, la réflexion sur le rapport au savoir s'est déclinée dans différents cadres théoriques que nous souhaitons maintenant rappeler afin de préciser notre cadre de réflexion et les éléments retenus pour cette étude.

3.1. Les différentes approches de la question

Pour Charlot (2003), la question du "Rapport au savoir" n'est pas nouvelle. Elle traverse même toute l'histoire de la philosophie classique, au moins jusqu'à Hegel. L'expression "rapport au savoir" quant à elle est née une première fois chez les psychanalystes dans les années 1960 et une deuxième fois chez les sociologues de l'éducation dans les années 1970. Elle est ensuite reprise par les didacticiens puisque Giordan l'utilise dès 1977 (Hatchuel, 2005). Les travaux menés autour de la question du rapport au savoir ont pris naissance autour des questions posées par l'échec et la réussite scolaire. Ils se réfèrent actuellement à différents champs de recherche et concernent deux entrées distinctes : une entrée par le sujet ou une entrée par le savoir.

3.1.1. Entrée par le sujet

Dans cette approche, le cadre théorique est centré sur le sujet et son désir d'apprendre. *Le savoir est appréhendé ici comme un ensemble, à la fois des énoncés de connaissances et des processus relatifs à l'appropriation des savoirs, incluant l'acte d'apprendre. Le sujet qui s'approprie le monde avec ses intérêts et sa logique propre, n'a pas de rapport au savoir, il est dans une relation évolutive au monde* (Catel & al., 2002).

Dans le champ de la recherche clinique (Beillerot et al., 1989 ; Hatchuel, 2005), le rapport au savoir est un rapport à son propre désir, désir de savoir. Dans cette approche psychanalytique, le

rapport au savoir se réfère à un sujet désirant, avec ses dimensions conscientes et inconscientes. Le rapport au savoir est donc envisagé comme se constituant dès la naissance.

Dans le champ de la recherche microsociologique, une approche socio-anthropologique est proposée par Charlot et l'équipe ESCOL¹¹. Le sujet est envisagé avant tout comme social, sans pour autant exclure le sujet-désir. La notion de rapport au savoir s'organise autour de l'élève, dans sa spécificité de sujet en relation avec le monde extérieur qui l'entoure (école, famille, société ...).

Dans un article de 2003, Bernard Charlot sous-titre un paragraphe sur l'approche microsociologique de la façon suivante : *du social comme position au social comme position, histoire et activité*. L'équipe ESCOL est, en effet, partie du principe que l'histoire individuelle des élèves n'est pas jouée d'avance ni déterminée par leur appartenance sociale. C'est donc de la corrélation entre "origine sociale" et "réussite scolaire" et des travaux de Bourdieu que cette équipe partira pour travailler la question du rapport au savoir.

Pour Charlot (1997), le rapport au savoir est « *un ensemble de relations de sens et donc de valeur, entre un individu et les processus ou produits du savoir* ». Le savoir n'a pas de sens en lui-même : c'est le rapport qu'établit l'élève avec le savoir qui lui en donne et qui conditionne sa mobilisation dans l'apprentissage.

Les travaux menés par le groupe ESCOL insistent sur la question du sens, de la mobilisation sur l'école sans se préoccuper de l'origine sociale du sujet pour étudier les causes de l'échec scolaire. Du point de vue méthodologique, l'équipe a réalisé une étude qualitative par le biais de "bilans de savoirs", d'entretiens, d'analyses de travaux scolaires, d'observations. Ces choix méthodologiques ont permis de prendre en compte le sens que le sujet confère à son histoire et à ses activités.

Charlot (2002) définit donc le rapport au Savoir (double singulier) comme « *le rapport à l'apprendre quelle que soit la figure de l'apprendre et non pas seulement le rapport à un savoir-objet qui ne représente qu'une des figures de l'apprendre* ».

L'approche microsociologique du rapport au Savoir a introduit une vision non fixiste de ce rapport (ce qui n'était pas le cas dans la théorie de la reproduction de Bourdieu et Passeron) : l'école et les situations scolaires peuvent modifier le rapport au savoir. Cette dernière remarque laisse entrevoir l'importance et l'intérêt d'une approche didactique qui, par la mise en place d'une ingénierie, travaille les apprentissages et les changements conceptuels (Maury & Caillot, 2003). Nous y reviendrons.

Ces deux points de vue, clinique et socio-anthropologique, ne s'excluent nullement dans le sens où la dimension sociale est présente dans l'approche psychanalytique, ne serait-ce que par le rôle attribué à la famille.

¹¹ ESCOL : Education, Socialisation et Collectivités locales, Université Paris 8.

3.1.2. Entrée par le savoir, par l'objet à enseigner

Cette approche anthropologique des savoirs, proposée par Chevallard, s'intéresse à la relation qu'entretient un sujet ou une institution avec un objet de savoir quel qu'il soit ;

Pour traiter de la confrontation entre les savoirs introduits à l'école et *les connaissances* que des sujets peuvent construire en dehors de celle-ci, Chevallard (1992, 2003) se réfère à la théorie anthropologique du didactique qui introduit les notions d'institution dans lesquelles vivent des objets (de savoir) et de rapports personnels et institutionnels au savoir. Il ne s'agit ici ni d'un rapport général au Savoir du sujet qui permet à un élève de donner (ou pas) un sens à l'obligation scolaire d'apprendre (Charlot, 2002), ni d'une approche plus psychologique et psychanalytique (Beillerot & al., 1989 ; Hatchuel, 2005). Cette entrée veut se placer du côté du savoir lui-même, mis en situation dans une institution donnée (Catel & al., 2002 ; Chevallard, 2003 ; Maury & Caillot, 2003). Il s'agit de prendre en compte qu'un savoir ne vit pas uniquement dans les trois institutions initialement prise en compte dans la transposition didactique (société savante, noosphère, école) mais qu'il traverse d'autres institutions. C'est ce point de vue qui a amené Chevallard à proposer une formulation plus élargie de cette théorie de la transposition didactique. La question se pose désormais en terme de légitimation du savoir savant selon l'institution considérée (Maury & Caillot, 2003).

Nous retenons, de l'approche anthropologique des savoirs de Chevallard, quatre notions majeures :

- celle d'institution où la volonté didactique se manifeste (notée I) ;
- celles d'objet de savoir (notée o) et de personne (notée x) ;
- celle de rapport institutionnel (R_i) ;
- celle de rapport personnel (R).

Par institution, il faut entendre "*un dispositif social qui permet et impose à ses sujets, c'est-à-dire aux personnes x qui viennent y occuper les différentes positions p offertes dans I, la mise en jeu de manières de faire et de penser propre*" (Chevallard, 2003). Par position p, on entend aussi bien position professeur/position élève, position fille/position garçon, position bon élève/position mauvais élève ... Autrement dit, on peut parler de l'institution "école", de l'institution "classe" (où sont définies deux positions essentielles, celles de professeur et d'élève) mais aussi "famille", "club sportif", "syndicat socioprofessionnel", "paroisse", etc.

Dans ces institutions vivent des objets (o) et des personnes (x). Il se crée des relations entre cet objet (o) et la personne ou l'institution. Il existe donc deux grands types de rapports au savoir : des

rapports personnels pour chaque personne $R(x, o)$ et des rapports institutionnels au savoir pour chaque institution $R_i(p, o)$. Les objets en cause et leur taille peuvent varier (objet "école", objet "professeur", objet "apprendre", objet "savoir", objet "mal aux dents", objet "évolution des êtres vivants" ...). Quand un individu (x) entre dans une institution, cet individu va être confronté à chaque objet institutionnel connu de l'institution à travers le rapport que l'institution entretient avec lui. Apprendre un objet de savoir pour un sujet revient donc à rendre conforme son rapport personnel avec cet objet au rapport institutionnel (Maury & Caillot, 2003).

Un même objet de savoir peut donc être connu et vivre dans des institutions différentes, l'école et la famille par exemple et un même individu peut faire coexister plusieurs facettes, même contradictoires, dans son rapport à un savoir. Nous partons de l'idée qu'il n'existe qu'un seul

$R\{x,o\}$ par individu dont seule une partie émerge selon l'institution considérée. Il semble impossible d'accéder à l'intégralité de $R\{x,o\}$. En effet, selon l'institution I , l'individu x ne laissera apparaître qu'une partie de son rapport au savoir o de façon à être conforme, à être considéré comme un bon sujet de l'Institution. Maury & Caillot parlent de *composante publique du rapport personnel* qui se « donne à voir » dans une institution donnée et d'une *composante privée du rapport personnel* qui demeure cachée.

Pour Chevallard, le point de vue anthropologique contribue à mieux caractériser la formation et l'évolution de l'univers cognitif d'une personne, au sein de l'institution scolaire et interroge la mise en conformité avec les institutions multiples auxquelles sont assujettis les élèves (Lebeaume & Coquidé, 2002).

3.1.3. Une synthèse des diverses approches

Nous proposons de récapituler, dans le tableau 18, quelques éléments caractéristiques de chacune des approches du concept de rapport au savoir.

Cadre de réflexion	Eléments caractéristiques
Approche par la psychanalyse CREF Beillerot, Blancher-Laville, Mosconi, Hatchuel – Paris X	Sujet – Désir – Inconscient – Transfert didactique – espace psychique – savoir = objet de désir
Approche par la microsociologie (ou socio- anthropologie) ESCOL - Charlot, Beautier, Rochex – Paris VIII	Sujet – Sens – Apprendre – Composante identitaire – Composante épistémique – Mobile – Savoir = réalité cognitive et social
Approche par l'anthropologie des savoirs Chevallard	Objet de savoir – Institution – Sujet – Rapport institutionnel – Rapport personnel – Normes – Conformité – Composante publique – Composante privée

Tableau 18 : les différentes approches du concept de rapport au savoir

Venturini (2007b) discute de la complémentarité des approches microsociologique et anthropologique : *« il apparaît légitime de penser que le rapport personnel à un objet de savoir, qui correspond à la connaissance qu'un individu a de cet objet, sur des plans très variés, va avoir une influence sur les relations de valeur et de sens qu'il va entretenir avec lui ».*

3.2. Didactique et rapport au savoir

Dès le début de sa réflexion sur le rapport au savoir, Charlot (2003) a soulevé la question des liens entre didactique et rapport au savoir : *« le rapport au savoir : une question pour la didactique ? »*. Il écrit que *« le concept de rapport au savoir permet de porter un autre regard sur les situations didactiques »*. En 2001, il pose la problématique de la nature de l'objet de savoir en jeu : qu'est-ce qui, dans le rapport d'un élève au(x) savoir(s) l'aide ou l'entrave pour comprendre ce qu'est un volcan, ce qu'est la foudre, ou encore la théorie de l'évolution (pour le comprendre d'une façon conforme à ce que la science a construit) ?

Pour Maury & Caillot (2003), *« la notion de rapport au savoir intéresse au premier plan les chercheurs en didactique car elle se trouve au cœur même du processus d'enseignement/apprentissage, et ce quel que soit le point de vue théorique que l'on adopte »*.

Nous l'avons dit, cette approche didactique du concept de rapport au savoir apparaît dans des travaux dès les années 1990 et s'enrichit des divers cadres théoriques présentés dans le paragraphe précédent. En effet, le rapport au savoir s'apprécie à travers les particularités et les spécificités des disciplines scolaires et des savoirs qu'elles portent.

La majorité des recherches en didactique s'inscrit dans le cadre théorique de l'approche microsociologique. Elles se sont intéressées à la notion de rapport au savoir selon deux points de vue :

- Celui des apprenants pour, notamment, comprendre la mobilisation des élèves vis-à-vis de tel ou tel concept, de telle ou telle discipline scolaire, et les différences d'apprentissages (Chartrain, 2003 ; Venturini, 2007a ; Pautal, Venturini & Dugal, 2008) ;
- Celui des enseignants pour, notamment, analyser le rapport qu'il entretient avec le savoir qu'il enseigne et, par la suite, rendre intelligible des pratiques d'enseignement (Bronner, 2002 ; Lorillot, 2007 ; Terrisse, 2007 ; Mairone, 2007).

Dans son travail de thèse, Chartrain (2003) s'est appuyé sur le cadre théorique de l'approche microsociologique afin de voir comment le rapport à l'apprendre pouvait influencer l'apprentissage d'un savoir scientifique chez des élèves de l'école primaire. Il constate que (Maury & Caillot, 2003) :

- Pratiquement tous les élèves ont, avant enseignement, la même conception des volcans ;
- tous les élèves ont appris quelque chose de nouveau sur les volcans à la fin de la période d'enseignement ;
- L'apprentissage est différencié : certains ont construits des conceptions plus évoluées que d'autres sur le volcanisme ;
- L'évolution constatée peut être corrélée au rapport à l'apprendre.

Dans cette approche didactique, nous voyons se rencontrer deux concepts forts, celui de conception et celui de rapport au savoir. L'étude des conceptions des élèves a rapidement montré que certaines conceptions erronées des élèves avaient une origine plus subtile qu'une origine purement cognitive. Elles pouvaient, par exemple, être le résultat direct d'une confrontation de l'élève au savoir tel qu'il est présenté en classe (Maury & Caillot, 2003). De toute évidence, l'émergence des conceptions des élèves doit permettre d'identifier l'existence ou non d'un rapport personnel à un objet de savoir particulier, $R(x,o)$.

Comme l'écrivent Maury & Caillot (2003), « avec l'idée de rapport personnel au savoir, nous récupérons dans un cadre plus ouvert la notion de conception. La multiplicité des conceptions susceptibles de coexister chez un même individu est bien prise en charge par la théorie : elle correspond en effet à la dépendance institutionnelle de la dimension publique du rapport personnel. Un individu dispose généralement de plusieurs conceptions relatives à une même notion et leur mobilisation dépend d'éléments contextuels ».

A ce jour, beaucoup se posent la question de la pertinence et des limites d'une approche didactique. Pour Ben Abderhamamne (2000), le rapport au savoir s'avère très efficace avec les concepts scientifiques qui interpellent nos convictions idéologiques et religieuses. Le rapport au savoir n'est en effet pertinent que quand on a affaire à des savoirs avec lesquels les élèves entretiennent des rapports diversifiés si bien qu'une médiation didactique devient justifiée pour ramener les élèves à un rapport d'adhésion avec les savoirs objets d'apprentissage.

Dans certains cas, les rapports aux objets de savoir construits dans la vie familiale ou quotidienne peuvent entrer en conflit avec les rapports institutionnels à ces mêmes objets que l'école veut imposer (Jelman, 2002).

Dans ce cadre théorique, l'Homme est avant tout un sujet institutionnel et c'est à travers les institutions auxquelles il appartient qu'il entre en rapport avec un savoir. Se pose alors la question du lien éventuel entre nature du savoir et qualité du rapport au savoir développé par un individu. Y. Jelmam (2002) parle de « charge affective » portée par un savoir.

Pour contribuer à appréhender les facteurs de différenciation dans l'appropriation par les élèves de ce savoir biologique complexe, la problématique du rapport au savoir nous paraît intéressante. Il semble qu'une meilleure prise en compte didactique des attitudes des élèves à l'égard de la biologie évolutive est à travailler.

Ajoutons, à l'instar de Charlot (2003) que *« le concept de rapport au savoir n'est pas un concept qui s'ajoute aux autres concepts forgés par la didactique mais un concept qui permet de porter un autre regard sur les situations didactiques »*.

3.3. Rapport au savoir « Evolution des êtres vivants »

En quoi l'utilisation de notions empruntées au concept de rapport au savoir peut-elle éclairer la réflexion engagée sur le concept d'évolution et son enseignement à l'école primaire ?

On trouve dans les écrits s'intéressant au rapport au savoir de fréquentes références au concept d'évolution. Le savoir Evolution n'est pas un savoir neutre, comme en témoignent les polémiques actuelles. Il porte une charge affective et peut interpeller nos convictions idéologiques et culturelles.

Un enseignant est avant tout une personne qui appartient à plusieurs institutions dont l'institution école. Il peut développer vis-à-vis du savoir Evolution un rapport à différentes facettes, complémentaires, contradictoires, indifférentes. Ces différents aspects de son $R(x,o)$ peuvent influencer ces choix transpositifs.

De la même façon, un élève est sujet de plusieurs institutions. Le rapport au savoir que l'institution scolaire, via l'enseignant, souhaite créer peut entrer en conflit avec le rapport au savoir développé dans une autre institution, l'institution familiale par exemple. Ce conflit peut faire obstacle à l'apprentissage d'un premier niveau du concept d'évolution du vivant.

Pour traiter de cette confrontation entre les savoirs introduits à l'école et *les connaissances* que des sujets peuvent construire en dehors de celle-ci, nous nous référerons à l'approche issue de la théorie anthropologique de la didactique (Chevallard, 2003).

À travers les instructions officielles, l'institution scolaire définit ce que devrait être le « rapport institutionnel » (officiel) à un savoir donné. Chaque enseignant va s'emparer de cet objet d'enseignement, construisant ainsi son propre rapport personnel à ce savoir. Il va ensuite le mettre en œuvre dans sa classe (nouvelle institution) et le faire vivre « à sa façon », instituant ainsi le « rapport institutionnel au savoir dans sa classe » qui peut déjà être différent du rapport officiel. Un élève, dans cette institution classe, va être confronté à cet objet de savoir. L'objectif est de le lui faire apprendre : à travers les diverses tâches qui lui sont proposées par l'enseignant, il va créer un « rapport personnel » à cet objet de savoir. L'apprentissage d'un objet de savoir pour un sujet revient donc idéalement à rendre conforme son rapport personnel au rapport institutionnel (Maury & Caillot, 2003). Or, nous l'avons déjà évoqué, un même objet de savoir peut être connu et vivre dans des institutions différentes, l'école, la famille, la société en général par exemple, et un même individu peut faire coexister plusieurs facettes, même contradictoires, dans son rapport à un savoir. En effet, selon l'institution où il s'exprime, l'individu ne laissera apparaître qu'une partie de son rapport au savoir de façon à être conforme, à être considéré comme un bon sujet de l'Institution.

Comme nous l'avons montré, l'objet de savoir « Evolution du vivant » n'est pas neutre. Malgré sa complexité, il ne se limite pas à la communauté scientifique et vit dans la société.

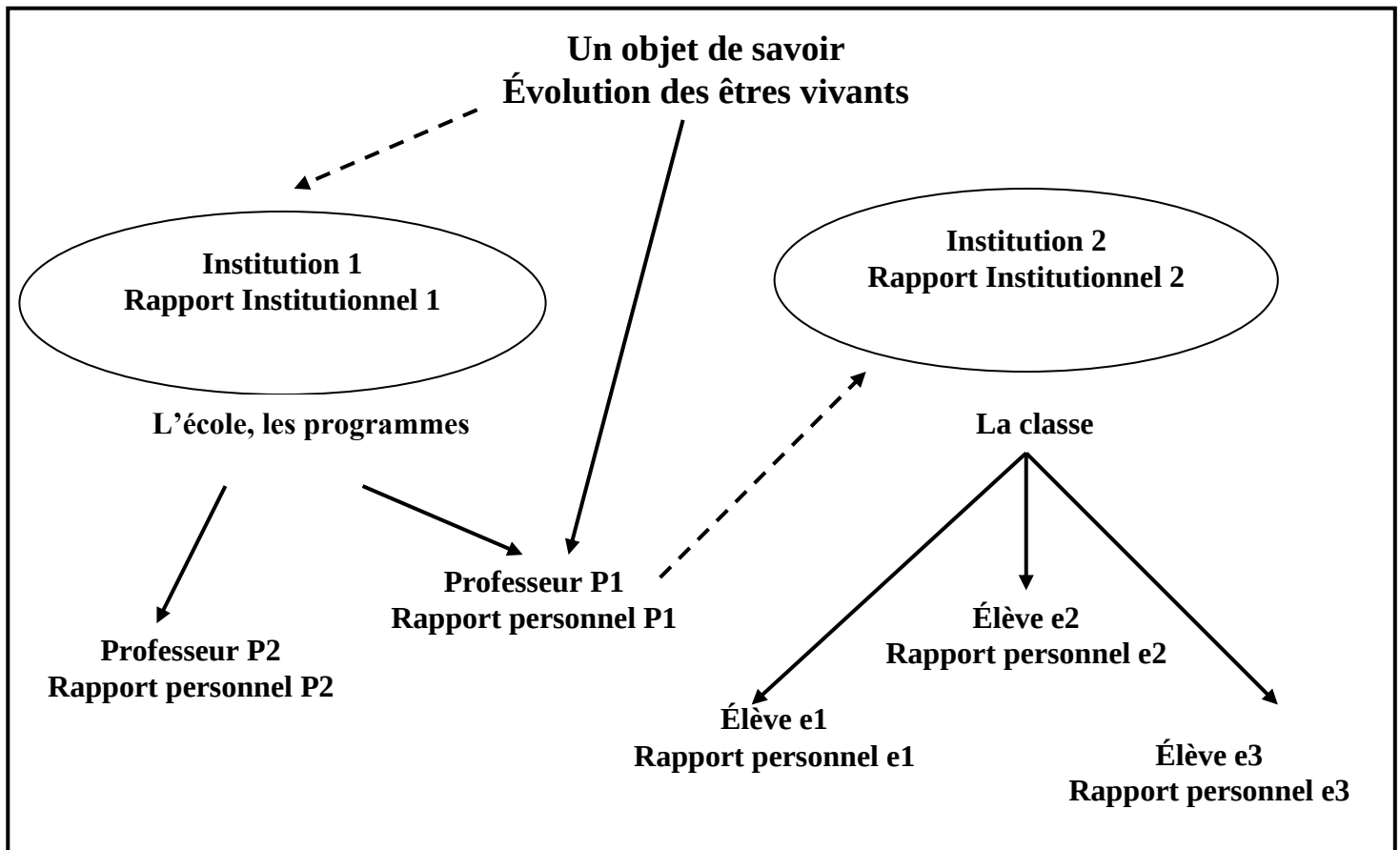


Figure 12 : Un schéma pour illustrer nos choix

4. Un rappel des constats et hypothèses formulés pour l'étude

4.1. Principaux constats

La revue de questions que nous venons de conduire nous amène à faire plusieurs constats à propos du concept d'évolution. C'est un savoir fondamental pour la compréhension de la biologie moderne mais c'est un savoir complexe. Il est non neutre car il vit dans différentes institutions en dehors de la communauté scientifique et peut être l'objet de polémiques, de discussions selon l'institution considérée. Les croyances, religieuses en particulier, peuvent peser non seulement sur la façon dont les élèves acceptent les savoirs scientifiques, mais aussi sur les pratiques des enseignants.

Des conceptions chez les élèves peuvent faire obstacle à l'apprentissage. Les croyances, religieuses en particulier, peuvent peser sur la façon dont les élèves acceptent les savoirs scientifiques en général, ce savoir scientifique en particulier.

Il existe des conceptions chez les enseignants qui peuvent faire obstacle à l'enseignement et les croyances, religieuses en particulier, peuvent peser sur les pratiques des enseignants.

Pour toutes ces raisons, l'enseignement du concept d'évolution peut s'avérer délicat d'autant que les prescriptions sont indigentes et que la seule ressource dont disposent les enseignants sont très souvent les manuels scolaires.

4.2. Hypothèses au niveau des enseignants

À partir des constats que nous venons de lister, nous pouvons formuler plusieurs hypothèses.

Hypothèse 1 (H1) : Ce savoir complexe est mal connu des enseignants de l'école primaire.

Hypothèse 2 (H2) : Des textes de programme indigents aident peu les enseignants de l'école primaire. Nous proposons de décliner H2 en cinq sous-hypothèses afin de la préciser :

- H2.1. Un enseignant polyvalent non spécialiste de la discipline n'a donc pas les moyens de repérer tout l'implicite des connaissances sous-jacentes et de l'épistémologie à l'œuvre ;
- H2.2. Le manque de précision des programmes prescrits n'engage pas les professeurs des écoles à se lancer dans l'enseignement de l'évolution ;
- H2.3. Celles et ceux qui ont eu une formation scientifique, et surtout une formation en sciences de la vie, doivent être plus armés pour décrypter les textes. Ils doivent mettre en place des enseignements plus fréquemment que les autres ;
- H2.4. Pour concevoir leurs séquences d'enseignements, les professeurs doivent faire largement appel à une documentation externe ;
- H2.5. Les enseignants de l'école primaire, non experts pour la plupart, peuvent se trouver démunis face à un tel enseignement, du fait de l'indigence des textes mis à leur disposition.

C'est un enseignement qu'ils peuvent donc éviter malgré les injonctions.

Hypothèse 3 (H3) : Un enseignant appartient à plusieurs institutions dont l'institution école. Il peut développer vis-à-vis du savoir Évolution un rapport à différentes facettes, complémentaires, contradictoires ou indifférentes. Ses propres valeurs, croyances et convictions peuvent influencer ses choix transpositifs quand il assume sa fonction d'enseignant. Mieux connaître le rapport personnel au savoir Évolution d'un enseignant renseigne sur ce qui l'amène à faire tel ou tel choix dans sa classe.

Hypothèse 4 (H4) : C'est un savoir dont l'apprentissage peut être gêné voire empêché du fait de l'existence de résistances chez les élèves.

4.3. Hypothèses au niveau des élèves

En nous référant aux recherches antérieures (Fortin, 1993 ; Crépin, 2002 ; Aroua, 2005, Mairone & Dupin, 2008), nous pouvons émettre un certain nombre d'hypothèses dont nous testerons la validité.

Hypothèse 5 (H5). La société française véhicule largement la pensée évolutionniste. Cette dernière est popularisée à travers les écrits (journaux, magazines, bandes dessinées) et les médias audiovisuels (télévision, cinéma, radio). Dès la fin de l'école primaire, les élèves doivent être imprégnés par cette culture et admettre, même sous une forme approximative et déformée, l'idée d'évolution. Nous pouvons tenter de décliner H1 sous forme de plusieurs sous hypothèses :

- H5.1. Les animaux actuels n'ont pas toujours existé sur la Terre. Ils ont eu des ancêtres qui n'étaient pas les animaux actuels. Certains ont complètement disparu ;
- H5.2. Les Hommes ne sont pas des animaux et ne résultent pas du même processus évolutif ;
- H5.3. Cette vision des élèves s'ancre sur un certain nombre d'éléments de savoirs emblématiques qui sont exhibés par les médias : les hommes préhistoriques, les dinosaures, les mammouths, les fossiles de squelette, les grandes « catastrophes » (collision de météorite, éruptions volcaniques) ;
- H5.4. Cette vision peut être fortement attachée à un certain nombre de lieux communs et d'idées toutes faites : l'homme descend du singe, la lutte pour la vie... ;
- H5.5. La vision de l'évolution comme résultat de modifications survenues de façon hasardeuse et d'adaptation à un milieu, un des fondements de la théorie, doit être absente. Les mécanismes explicatifs produits par les élèves seront plutôt à rechercher vers une vision finaliste, de type lamarckien ;
- H5.6. L'idée d'évolution s'inscrit dans un concept de temps mal maîtrisé.

Hypothèse 6 (H6). Les élèves peuvent appartenir à des groupes sociaux où la vision créationniste reste très présente. Confrontés à deux modèles contradictoires suivant l'institution qui les accueille (la famille, l'école), ils doivent développer des visions composites leur permettant de dépasser les contradictions. Ceci peut prendre plusieurs formes exprimées à travers ces sous hypothèses :

- H6.1. L'évolution concerne les animaux et pas l'Homme. Ce dernier est bien de création divine donc n'a pas changé. Les animaux, considérés comme inférieurs à l'Homme, ont pu apparaître, disparaître, évoluer ;
- H6.2. S'il y a eu évolution, c'est pour passer de l'Homme initial *mal dégrossi* à l'Homme actuel. L'évolution, c'est le progrès. L'Homme actuel est l'aboutissement du dessein divin ;
- H6.3. Avoir suivi une éducation religieuse et avoir suivi à l'école un enseignement sur l'évolution constituent deux éléments repérables dans les attitudes des élèves.

En tant que chercheur en didactique de la biologie, la question principale qui se pose à nous est celle de la légitimité du savoir Évolution et de son enseignement à l'école et plus précisément à

l'école primaire. Nous avons donc réalisé deux études, une en direction d'enseignants du cycle 3 de l'école primaire et une en direction des élèves afin de repérer le rapport personnel vis à vis du concept d'évolution. Nous voulons savoir si ce rapport personnel a une influence tant sur l'acte d'enseigner que sur l'acte d'apprendre. Ces deux études font l'objet des chapitres IV et V.

Chapitre IV : les enseignants du cycle 3 et l'évolution du vivant

Nous proposons, dans cette partie, de tester les hypothèses H1 à H4 émises à propos des enseignants de l'école primaire qui exercent au niveau du cycle 3 (grade 5-6). Ces hypothèses sont consignées dans le chapitre III § 4.

1. Les conditions de l'étude

1.1. Un questionnaire « papier-crayon » (Annexe 1)

Pour caractériser le rapport au savoir « Évolution des êtres vivants » des professeurs des écoles (PE), nous avons constitué un corpus constitué de l'ensemble des réponses apportées à un questionnaire « papier-crayon » par des professeurs des écoles ayant en charge une classe de cycle 3 au cours de l'année 2006 et des professeurs des écoles stagiaires au cours de l'année 2007/2008.

Dans l'idée de définir le rapport au savoir d'enseignants du premier degré, plusieurs questions sont à la base de ce questionnaire :

- Que savent les enseignants du premier degré sur l'évolution du vivant, la théorie de l'évolution ? Y adhèrent-ils ? D'où leur viennent leurs connaissances sur le sujet ?
- Enseignent-ils cette partie du programme de sciences ? Si oui, pourquoi ? Comment ? Si non, pourquoi ?

Les hypothèses suivantes ont prévalu :

- des enseignants ayant une formation initiale scientifique ont une meilleure connaissance de la notion d'évolution que ceux ayant suivi d'autres cursus ;
- des enseignants ayant une formation scientifique sont plus aptes à interpréter les consignes officielles ;
- des enseignants ayant une formation scientifique sont plus enclins à enseigner l'évolution des êtres vivants à leurs élèves que les autres ;
- les enseignants qui construisent des séquences d'enseignement sur l'évolution doivent faire appel à des documentations extérieures ;
- les croyances religieuses éventuelles des enseignants doivent peu influencer leurs choix.

Dans ce questionnaire, nous essayons notamment de mettre en évidence ce que des enseignants (ou futurs enseignants) de l'école primaire déclarent connaître à propos de l'évolution biologique. Même si les cadres théoriques sont différents, cela s'apparente, d'une certaine façon, aux bilans de savoir mis en place initialement par l'équipe ESCOL (Charlot, 2000) et ensuite

utilisés à plusieurs reprises dans le champ de la didactique (Ben Abderahmane, 2000 ; Catel, Coquidé & Gallezot, 2002 ; Hrairi & Coquidé, 2002 ; Chartrain, 2003 ; Venturini, 2005). Nous ne testons pas la maîtrise de savoirs par des choix de type « vrai-faux » en réponse à des savoirs affichés, mais à travers ce que les individus déclarent connaître pour se situer par rapport à l'évolution. D'autre part, ici, le terme « savoir » désigne un objet de savoir précis (lié à l'évolution du vivant) et non le savoir vu du point de vue général de « *savoir scientifique* ». À partir des déclarations des enseignants, le questionnaire doit permettre, d'une part, de repérer des éléments des rapports personnels, d'autre part de repérer d'éventuels liens entre connaissances du professeur des écoles et mise en place d'un tel enseignement.

Le seul exemple dont nous disposions alors était le questionnaire de Fortin (1993) destiné à des enseignants de biologie-géologie. Depuis, l'étude conduite dans le cadre du projet européen Biohead-citizen (Quessada, 2008) a soumis un questionnaire à plus de 7000 enseignants du primaire et du secondaire, de 19 pays différents, experts ou débutants.

Le questionnaire de Fortin (1993) a été réalisé auprès d'une vingtaine de professeurs de l'enseignement secondaire. Ce questionnaire, qualifié d'investigation, visait à révéler les types de difficultés pédagogiques rencontrés dans le cadre de l'enseignement de l'évolution et les références épistémologiques de ces enseignants. Il comporte 17 questions dont la plupart sont des questions à choix multiples dont voici quelques exemples :

- *IV : Avez-vous reçu une formation en histoire des sciences et épistémologie ?*
- *VI. L'enseignement de l'évolution, relève-t-il, selon vous, d'un enseignement scientifique ? d'un enseignement philosophique ? Pourquoi ce choix ?*
- *XIII. Quel crédit pensez-vous qu'il faille accorder aux théories évolutionnistes, celui d'hypothèses difficiles à vérifier ? de spéculations intellectuelles pour spécialistes ? de systèmes explicatifs modélisés ? Autres ?*

Le questionnaire Biohead (Quessada, 2008), non connu au moment de l'étude, propose quant à lui, quinze questions sur le thème de l'évolution réparties en 2 groupes :

- ✓ un premier groupe qui interroge les enseignants sur l'origine de l'Homme, l'origine de la vie et les relations de parenté entre l'Homme et le chimpanzé,

A33 : L'émergence de l'espèce humaine (Homo sapiens) était aussi improbable que l'émergence de toute autre espèce (Degré d'accord indiqué par une case cochée sur 4 cases situées entre « d'accord » et « pas d'accord »).

A44 : L'émergence de l'espèce humaine (Homo sapiens) n'était pas la finalité de l'évolution des espèces vivantes (Degré d'accord indiqué par une case cochée sur 4 cases situées entre « d'accord » et « pas d'accord »).

A62 : Dans la liste suivante, cocher les trois expressions qui sont le plus associées à l'origine de l'espèce humaine. _ Adam et Ève, _ Australopithèque, _ Création, _ Évolution, _ Dieu, _ Sélection naturelle.

A64 : Avec laquelle de ces quatre propositions êtes-vous le plus en accord ? (Cochez seulement une réponse) : Il est certain que l'origine de la vie est le résultat de phénomènes naturels - L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé la vie - L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels qui sont sous le contrôle de Dieu - Il est certain que Dieu a créé la vie.

B7 : Le Chimpanzé devrait être inclus dans le genre Homo, notamment du fait que son ADN est identique à 98,5% à celui d'Homo sapiens (Degré d'accord indiqué par une case cochée sur 4 cases situées entre « d'accord » et « pas d'accord »).

B28 : Avec laquelle des quatre propositions suivantes êtes vous le plus en accord ? Choisissez une seule proposition : Il est certain que les origines de l'espèce humaine s'expliquent par des processus évolutifs - Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs, sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé l'espèce humaine - Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs qui sont sous le contrôle de Dieu - Il est certain que Dieu a créé l'espèce humaine.

B29a : La théorie de l'évolution ne contredit pas mes propres convictions (cocher oui ou non) : Oui - Non.

✓ un deuxième groupe sur les mécanismes évolutifs.

Quelle est, selon vous, l'importance des facteurs suivants dans l'évolution des espèces ? (Une seule case par facteur : très important - moyennement important - peu important - pas important du tout)
B42. Le hasard; B43. La sélection naturelle; B44. Un programme interne à l'organisme (intelligent design); B45. Le milieu environnant; B46. Les transposons (gènes sauteurs); B47. Les virus; B48. Dieu.

Ces questions ont pour objectif de clarifier les interactions entre composantes connaissances (pôle K) et valeurs (pôle V) des conceptions des personnes sondées. En effet, pour Clément (cité par Quessada, 2008), toute conception (C) peut être analysée comme une interaction entre trois pôles, un pôle connaissance (K), un pôle valeur (V) et un pôle pratiques sociales (P) : « Nos conceptions forment un tout où se mêlent connaissances scientifiques, croyances, idéologies, fonctionnalités sociales, dimensions rationnelles et esthétiques, émotionnelles, affectives ... ». Ce sont soit des questions fermées, soit des questions à choix multiples, soit des questions qui s'appuient sur une

échelle de Likert¹². Aucune question ouverte n'est proposée, du fait semble-t-il, de l'ampleur de l'échantillon (Plus de 7000 personnes interrogées).

Dans l'étude que nous proposons de conduire, le questionnaire comporte 48 questions. Nous avons choisi de proposer un cocktail de questions fermées et ouvertes. Les questions peuvent être regroupées en quatre grandes parties :

- Une première partie permet d'identifier les enseignants (âge/sexe, formation initiale, ancienneté, établissement d'exercice, engagement/croyances) et de qualifier le public testé grâce à des questions fermées ou à choix multiples ;
- Une deuxième doit permettre de faire le point sur l'état de leurs connaissances (à un moment donné, dans un contexte donné) et sur le niveau de formulation de ses connaissances à propos de la notion d'évolution et à propos de la Théorie de l'Évolution, essentiellement à travers huit questions ouvertes ;
- Une troisième partie doit permettre de repérer l'origine des connaissances déclarées par ces enseignants ainsi que d'éventuels liens entre connaissances et formation initiale ;
- La dernière partie s'intéresse à ce qui est éventuellement organisé dans les classes sur ce thème. Des liens pourront être établis entre profil du professeur des écoles, connaissances déclarées et choix didactiques.

La variété des questions proposées (fermées, ouvertes, QCM, échelles de mesures d'attitude) dans cette étude repose sur le souhait de limiter la perte d'information tout en conservant au questionnaire un côté « convivial » (Venturini, 2007b). En effet, selon la technique utilisée, la perte d'information est plus ou moins importante. Par exemple, l'utilisation d'échelles de Likert permet seulement d'obtenir une estimation des convictions des sondés tandis que l'exploitation des réponses libres et écrites à des questions ouvertes permet de réduire la part d'interprétation inhérent à tout questionnaire. Une attention particulière a donc porté sur les questions ouvertes, les plus à même de ne pas induire une réponse. Mais comme le souligne Chartrain (2003), le questionnaire, par la présence même des questions, semble placer le sujet dans une situation qui déjà interroge sa conception.

¹² Une échelle de Likert est composée d'une série d'affirmations auxquelles la personne interrogée doit indiquer son degré d'accord. Elle permet ainsi de quantifier les attitudes.

1.2. Une analyse a priori des questions posées

1.2.1. Les indicateurs retenus

Les indicateurs retenus sont de plusieurs ordres. Certains sont tout à fait objectifs tels que l'établissement et le niveau d'exercice actuel, le niveau de diplôme le plus élevé, le champ disciplinaire, l'année d'obtention et enfin le sexe. D'autres relèvent davantage de la sphère subjective tel que l'avis à propos du public scolaire.

A travers ces questions, il s'agit de tester un certain nombre d'hypothèses telles que nous les avons énoncées ci-dessus :

- Lien entre formation initiale et connaissances du concept d'évolution ;
- Lien entre formation initiale et enseignement de l'évolution ;
- Lien entre niveau des élèves et enseignement d'un thème complexe ;
- Lien entre engagement personnel et enseignement de l'évolution.

Parmi les indicateurs, nous interpellons les enseignants sur d'éventuels engagements personnels : philosophique, politique, religieux, associatif (Q42 à Q48). Il s'agit de voir si certains d'entre eux peuvent avoir une incidence sur les connaissances déclarées ou sur la mise en œuvre d'un enseignement de l'évolution. Rappelons que l'étude Biohead (Quessada, 2007) a montré que les enseignants français, toutes catégories confondues, appartiennent au groupe le plus évolutionniste.

Q42. Vous référez-vous à un courant de pensée (philosophique, politique, pédagogique ...) ?

Entourer la réponse choisie

OUI - NON

Si oui, lequel ?

Q43. Si oui, comment qualifieriez-vous votre degré d'investissement ?

Nul	
Occasionnel	
Régulier	

Q44. Vous référez-vous à une religion ? Entourer la réponse choisie

OUI - NON

Q45. Si oui, comment qualifieriez-vous votre degré de pratique religieuse ?

Nul	
Occasionnel	
Régulier	

Q46. Pouvez-vous nous indiquer à quelle religion vous vous référez ?

Q47. Appartenez-vous à une ou plusieurs associations ?

Q48. Si oui, laquelle ou lesquelles ?

1.2.2. Les connaissances des enseignants et leur origine

L'étude Biohead citée à plusieurs reprises (Quessada, 2007) est la seule, à notre connaissance, qui interpelle des enseignants, du premier et du second degré, experts et stagiaires, à propos de leurs connaissances/conceptions sur le concept d'évolution. Toutes ces questions, fermées et très « scientifiques » dans leur formulation, nous paraissent mal adaptées à des professeurs des écoles. Dans notre travail, les questions posées sont volontairement simples, c'est-à-dire dépourvues de termes techniques, ce questionnaire s'adressant à des professeurs des écoles polyvalents, pour la plupart non spécialistes des questions de biologie. D'autre part, sont mêlées des questions fermées et des questions ouvertes. Ce choix de faire essentiellement appel, dans cette partie du questionnaire, à des questions ouvertes répond au souci de ne pas induire des réponses implicitement espérées à travers des énoncés fermés. Ainsi, pour identifier les connaissances mobilisables par les personnes qui répondent, nous avons préféré leur demander de produire des arguments pour ou contre la notion d'évolution, pour ou contre la théorie de l'évolution, plutôt que de leur en fournir une liste forcément limitative au sein de laquelle ils auraient à choisir.

Ces questions sont réparties en deux groupes : un premier groupe qui porte uniquement sur le concept d'évolution et un deuxième groupe qui porte sur la théorie de l'évolution.

Les deux premières questions cherchent à connaître la position des professeurs des écoles vis à vis de la notion même d'évolution du vivant et de déterminer sur quelle(s) base(s) repose(nt) leur adhésion ou non adhésion.

Q14. Aujourd'hui, les scientifiques affirment : « Les êtres vivants ont évolué depuis leur apparition sur Terre jusqu'à leur forme actuelle. Êtes-vous d'accord avec cette affirmation ?

Q15. Si oui, pourquoi ?

Q16. Si non, pourquoi ?

Q17. D'après vous, sur quel(s) indice(s) les scientifiques s'appuient-ils pour étayer l'idée d'évolution ?

Les questions suivantes portent sur leur connaissance de la théorie de l'évolution. La question 20 est une question ouverte et doit permettre d'évaluer le degré de connaissance/maîtrise de cette théorie.

Q19. Avez-vous entendu parler de la théorie de l'évolution ?

Q20. Si oui, que pouvez-vous en dire ?

Se pose alors la question de la compréhension, par les professeurs des écoles, du terme théorie qui, nous l'avons vu, porte dans le langage courant une connotation négative (*ce n'est qu'une théorie* sous entendu ce n'est pas fiable à 100%).

D'autre part, étant donnés les débats et polémiques évoqués dans le chapitre II, on peut s'attendre à ce que la Théorie de l'évolution reste attachée à son premier auteur, Charles Darwin. Le temps semble s'être arrêté à la fin du XIX^e siècle. Gageons que la simplicité de la formulation « *L'Homme descend du singe !* » a fait son succès médiatique et c'est la raison pour laquelle elle perdure !

Les questions 21 à 24 interpellent plus finement les professeurs des écoles sur le statut qu'ils accordent à cette théorie : est-elle unique ou non ? Autrement dit, la mettent-ils en doute et si oui, en regard de quoi ?

Voici quatre affirmations. Dites, en cochant une case sur une échelle allant de "Tout à fait d'accord" à "Pas du tout d'accord", ce que vous pensez de chacune d'entre elles :

Q21. La Théorie de l'Evolution est LA théorie qui permet de comprendre et d'expliquer l'évolution de TOUS les êtres vivants (l'Homme y compris) au cours des temps géologiques.

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

Q22. D'autres théories scientifiques permettent d'expliquer l'évolution des êtres vivants au cours des temps géologiques.

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

Q23. La Théorie de l'Evolution permet de comprendre et d'expliquer l'évolution des êtres vivants au cours des temps géologiques mais ne permet pas de rendre compte de celle de l'Homme.

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

Q24. Des approches autres que scientifiques permettent d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants sur Terre.

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

Ces questions doivent permettre d'approfondir la réponse donnée par le professeur des écoles aux questions 21 à 24. La réponse se fait sur une échelle de Likert qui permet au répondant de donner son degré d'accord vis-à-vis d'une série d'affirmations. Ce choix doit permettre de révéler et d'analyser d'éventuelles hésitations. Seules quatre cases sont proposées, et non trois ou cinq, afin d'éviter le choix facile de la case centrale qui correspondrait, en fait, à un non-choix.

Les deux questions suivantes sont à mettre en relation avec les réponses aux questions 21 à 24 et permettent aux professeurs des écoles d'explicitier leurs choix :

Q25. Si vous pensez que la Théorie de l'Evolution est la SEULE qui permet d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants, quels en sont les arguments décisifs ?

Q26. Si vous pensez que la Théorie de l'Evolution n'est pas la SEULE qui permet d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants, quels arguments la mettent en doute ?

Les réponses formulées à l'une de ces deux questions doivent permettre de déceler si les réponses à la question 4 sont affaire d'opinions raisonnées et fondées ou non. On peut supposer que nombre d'enseignants ne se sont jamais interrogés de cette façon là : LA théorie, UNE théorie, d'AUTRES théories ?

La dernière question de ce « pôle Connaissances » vise à savoir si les enseignants ont connaissance des débats qui agitent certaines sociétés comme nous l'avons développé dans la chapitre II. Elle ne sous-entend pas une adhésion à d'autres approches possibles.

Q27. Avez-vous entendu parler d'autres approches possibles pour expliquer l'apparition et l'évolution des espèces ? Entourer la réponse choisie OUI – NON

Q28. Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Dans l'ensemble de ces questions visant à faire émerger les connaissances des professeurs des écoles, nous n'avons pas dissocié « Apparition » et « Evolution » des espèces. C'est un choix qui peut aujourd'hui se discuter étant donné que les partisans du Dessein Intelligent ne remettent pas en cause l'idée même d'évolution des espèces mais dénoncent le mécanisme retenu par les scientifiques qui allient hasard des mutations et phénomène de sélection naturelle pour expliquer l'apparition de nouvelles espèces. Cependant, nous faisons l'hypothèse que cette distinction devrait apparaître spontanément chez ceux qui ont cette croyance.

La question suivante s'inscrit dans le pôle « Origine des connaissances » :

A votre avis, vos connaissances sur ce thème se sont construites grâce à :

Q29. Votre formation scolaire

Oui	Non	Je ne sais pas

Q30. Votre formation universitaire

Oui	Non	Je ne sais pas

Q31. Votre formation continue (préciser)

Oui	Non	Je ne sais pas

Q32. Des activités personnelles (préciser chaque réponse si cela est possible)

- ◆ Des lectures
- ◆ Des émissions, des films
- ◆ Des expos, des visites de musées :
- ◆ Des conférences
- ◆ Autres

Dans le cadre de notre étude du rapport au savoir « Évolution » des professeurs des écoles, il est essentiel d'identifier l'origine des connaissances déclarées par les enseignants et de savoir si elles ont été acquises dans un cadre/contexte institutionnel (l'école, l'université, la formation continue) ou dans un cadre plus privé.

1.2.3. Enseigner l'évolution du vivant à l'école primaire

Nous l'avons vu, le concept d'évolution est explicitement présent dans les textes officiels de l'école primaire jusqu'en juin 2008. Il nous a paru important de savoir si les enseignants mettent en place l'apprentissage de ce concept malgré sa complexité, des prescriptions « obscures » pour un non-expert, les débats qu'il suscite en dehors de l'école. Un ensemble de questions tente donc de faire un état des lieux de l'enseignement de l'évolution dans les classes :

Q33. Enseignez-vous à vos élèves les notions de fossiles et d'évolution des espèces (Entourez la ou les réponses choisies) ?

- ❖ Oui dans ma classe actuelle
- ❖ Oui dans une autre classe (ateliers, échanges de service)
- ❖ Oui dans une classe antérieure
- ❖ Non

Q34. Si oui, pour quelles raisons ?

Q35. Combien de temps consacrez-vous à ce sujet d'étude ?

Q36. Quels supports utilisez-vous ? Cocher la réponse choisie

Types de supports		Oui	Non
Fossiles			
Visites			
Intervenant(s) extérieur(s)			
Supports documentaires	Manuels		
	Articles de revues		
	Films		
	Autre(s)		
Autres (préciser)			

Q37. Si non, pourquoi ?

1.3. Les conditions de passation

Nous avons recueilli 123 questionnaires renseignés. Cet échantillon répond aux conditions de sondage aléatoire puisque tout enseignant de cycle 3 avait exactement la même chance d'être sélectionné c'est-à-dire de recevoir le questionnaire. L'échantillon comportant au moins trente individus, il sera possible, à partir des indicateurs calculés sur l'échantillon, d'extrapoler et estimer les propriétés de la population totale.

Les questionnaires sont anonymes. À la fin du document, la possibilité de donner ses coordonnées est offerte, de façon à pouvoir poursuivre éventuellement une collaboration

(27 personnes sur 123 ont répondu à cette offre). Le temps pour renseigner le questionnaire est d'environ 30 minutes.

Soixante d'entre eux ont été rédigés par des enseignants participant à des actions de formation continue, dans des locaux de l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres (IUFM) ; ces actions concernaient des domaines plus ou moins éloignés de l'enseignement scientifique (arts visuels, musique et TICE, éducation physique et sportive, environnement et développement durable). Enseignants et chercheurs ne se connaissaient pas. Quarante sept questionnaires ont été renseignés par des professeurs des écoles stagiaires avant une séance d'analyse de pratique professionnelle (APP) sur l'enseignement des sciences. Les seize restants ont reçu le questionnaire en mains propres. Une courte lettre d'accompagnement expliquait brièvement le cadre de la recherche ; elle mentionnait l'engagement sur l'anonymat des personnes et des écoles concernées et donnait les coordonnées de la chercheuse qui pilotait le travail.

L'anonymat des questionnaires, le fait que les protagonistes ne se connaissaient pas, les questions ouvertes, tout cela constituait un ensemble de précautions visant à minimiser d'éventuels effets de « *contrat expérimental* » (Schubauer-Léoni, 1986). Certes, le lieu de passation (IUFM) n'était pas complètement neutre. Même s'il est différent du lieu habituel d'exercice professionnel, même si les enseignants ne sont pas en situation de relation de dépendance hiérarchique, l'institut est repéré dans l'institution enseignante comme s'adressant à des professionnels de l'éducation. Il est donc vraisemblable que les réponses produites tendent à se rapprocher au plus près du rapport institutionnel à l'œuvre dans l'école française, tel que compris par les répondants. C'est une raison supplémentaire qui nous a conduit à privilégier les *questions ouvertes*.

Reste un point méthodologique qu'il ne faut pas négliger : l'interprétation des items par le sondeur et les sondés. En effet, rien ne garantit qu'une question posée soit interprétée de la même façon. Une période de test préalable s'avère alors indispensable pour réduire au maximum. Ce que nous avons fait et aucune distorsion majeure ne s'est révélée.

1.4. Le traitement des données

Le dépouillement et l'analyse des 123 questionnaires ont été réalisés à l'aide d'un logiciel de traitement d'enquêtes et d'études quantitatives et qualitatives, le logiciel Sphinx 2 – version 5. Simple d'utilisation, il permet de traiter toutes les étapes de l'enquête, de la conception du questionnaire et l'acquisition des réponses, jusqu'au traitement et analyses des données. Le logiciel Sphinx offre des possibilités d'analyses statistiques avancées : tri à plat, tris croisés, tableaux récapitulatifs, analyses multi-variées (analyses en composantes principales, analyses factorielles

multiples, régressions et corrélations multiples, typologies). Ne seront ici retenus et présentés que les résultats testés comme statistiquement significatifs, à travers notamment des tests de Chi2¹³.

Les dépouillements peuvent se faire :

- au niveau de l'individu afin de repérer la cohérence ou la non cohérence des réponses proposées tout au long du questionnaire ;
- au niveau de la population entière pour synthétiser les informations. Ceci revient à gommer les variations individuelles ;
- au niveau de sous-ensembles de la population. Différents sous-ensembles (appelés strates) peuvent être définis : stagiaires/en poste, homme/femme, formation initiale scientifique/formation initiale non scientifique, public scolaire favorisé/public scolaire non favorisé.

L'analyse des données peut se faire selon trois méthodes :

- l'analyse univariée : on décrit la population en examinant une variable à la fois. C'est la manière la plus simple de restituer l'information et de faire de l'estimation statistique à condition que l'échantillon réponde aux conditions de sondage aléatoire, c'est-à-dire que tous les individus de la population aient les mêmes chances d'être sélectionnés ;
- l'analyse bivariable : on s'intéresse aux relations existant entre deux variables à des fins d'explication. Cette approche se base sur la formulation d'hypothèses que la statistique permettra d'infirmer ou de valider ;

Nous rappelons ici quelques unes des hypothèses qui explicitent des relations causales entre variables sur lesquelles se fondera l'analyse bivariable :

- des enseignants ayant une formation initiale scientifique ont une meilleure connaissance de la notion d'évolution que ceux ayant suivi d'autres cursus [Formation initiale x Connaissances sur l'Evolution] ;
- des enseignants ayant une formation scientifique sont plus aptes à interpréter les consignes officielles [Formation initiale x Compréhension des prescriptions] ;
- des enseignants ayant une formation scientifique sont plus enclins à enseigner l'évolution des êtres vivants à leurs élèves que les autres [Formation initiale x Enseignement de l'Evolution] ;
- les enseignants qui construisent des séquences d'enseignement sur l'évolution doivent faire appel à des documentations extérieures ;
- les croyances religieuses éventuelles des enseignants doivent peu influencer leurs choix.

¹³ Le test de Chi2 (ou Khi2) permet, partant d'une hypothèse et d'un risque supposé au départ, de rejeter cette hypothèse si la distance entre les deux informations est jugée excessive.

- l'analyse multivariée : on aborde la complexité résultant de la multiplicité des variables. Dans une approche descriptive, les analyses factorielles permettent de réduire le nombre de variables et permettent d'obtenir une « image » plus synthétique de la population testée.

2. Résultats et analyses

2.1. Profil des enseignants testés

77 % des personnes ayant répondu sont des femmes ; les hommes sont donc légèrement surreprésentés compte tenu de la large féminisation du corps professoral. Sur 123 sondés, 47 (38,2%) sont des stagiaires en formation initiale, 76 (61,8 %) sont titulaires d'une classe de cycle 3, 36% d'entre eux ont des élèves de CM1 (grade 6) soit dans un CM1 pur soit dans un cours double (CE2/CM1 ou CM1/CM2) voire triple (CE2/CM1/CM2). Parmi les enseignants titulaires, 23,5% ont entre 1 et 10 ans d'expérience, 19,5% entre 10 et 20 ans et 18,7% plus de 20 ans. L'éventail des anciennetés est donc bien ouvert. Notons que ceux qui ont plus de 15 ans de métier ont pu être formés soit dans les écoles normales d'instituteurs, soit recrutés par d'autres voies, mais toujours avec une formation exigée de niveau bac+2 ; les plus jeunes sont entrés à bac+3 dans les IUFM où une formation de deux ans leur est dispensée.

Parmi les 76 titulaires d'une classe de cycle 3, 30% déclarent travailler avec une population d'élèves plutôt favorisés, 30,3% avec une population plutôt défavorisée et 36,8% qualifient leur population de mixte-populaire, 3% d'entre eux ne se prononçant pas.

70% sont titulaires d'un diplôme de niveau bac+3 ou plus, 34% ont une formation initiale universitaire à dominante scientifique et 40,6% une formation initiale à dominante non scientifique (sciences humaines, lettres, arts, langues, droit). Notons que 10% de sondés ne précisent pas le niveau de leur diplôme et 13,8% la nature de leur diplôme.

Suite à cette analyse du profil, nous avons défini différentes strates que nous utiliserons pour établir des corrélations :

- Enseignants titulaires d'une classe de cycle 3 (76 = 61,8 %)/stagiaires en formation initiale (47 = 38,2 %) ;
- Enseignants ayant une formation initiale à dominante scientifique (42 = 34,1%)/Enseignants de formation initiale à dominante non scientifique (50 = 40,7%). Pour 31 sujets (25,2%), cette donnée n'a pas été renseignée ;
- Enseignants titulaires déclarant enseigner à un public favorisé (22 = 28,9%)/Enseignants déclarant enseigner à un public mixte-populaire (23 = 30,3%)/Enseignants titulaires déclarant enseigner à un public défavorisé (28 = 36,8%=).

2.2. Déclarations à propos de l'évolution du vivant

Rappelons que deux groupes de questions permettent de se faire une idée des connaissances des enseignants testés : une série de questions porte sur « l'évolution des espèces », sans autre précision sur ce que l'on entend par là. C'est plus l'adhésion à *l'idée d'évolution* qui est recherchée alors, sans demander *a priori* de justifications scientifiques. Une autre série concerne la « théorie de l'évolution », entendue comme théorie scientifique explicitement nommée. Certes, ce découpage est artificiel et peut amener à des redondances. L'idée est de pouvoir séparer de possibles niveaux différents d'acceptation de la théorie, de repérer d'éventuelles contradictions dans les réponses ou d'obtenir des renforcements à des réponses évasives. Ne sont présentées ici qu'un certain nombre de résultats que nous considérons comme les plus parlants. Certaines questions ont été regroupées pour faciliter la lecture.

Q14 Aujourd'hui, la plupart des scientifiques affirment : "***Les êtres vivants ont évolué depuis leur apparition sur Terre jusqu'à leur forme actuelle***"

Êtes-vous d'accord avec cette affirmation ?

Oui

Non

Q15 Si oui, pourquoi ?

Q16 Si non, pourquoi ?

Cette question ouverte vise à voir directement si l'évolution est admise et quels sont les arguments avancés. On parle ici des « êtres vivants » et non des « Hommes ». Ceci est volontaire : une autre question parlera plus loin des « Hommes » de façon à déceler un éventuel traitement à part pour les humains (Aroua & al., 2001). 96,7% (119/123) des enseignants interrogés adhèrent à l'idée d'évolution (1 non réponse, 2 réponses peu claires). 87,2% (104/119) apportent une justification. On peut distinguer plusieurs degrés de justification :

- adhésion « naïve » à l'idée d'évolution sans pouvoir dire pourquoi. Ces sujets font confiance aux scientifiques (*Il me semble qu'aujourd'hui nombreux sont les scientifiques qui ont su prouver cette théorie – E25¹⁴ ; Les bases de travail des scientifiques me semblent sérieuses – E61*), évoquent l'existence de preuves sans proposer de véritables arguments (*Il existe un faisceau de preuves scientifiques qui prouvent cette affirmation – E22*). Cette catégorie concerne environ 47,4% des réponses (56/119) ;
- adhésion à l'idée d'évolution en s'appuyant sur des connaissances, sur des arguments plus ou moins développés. Cette catégorie concerne presque 44,9% des réponses (53/119). Sont alors évoquées les idées de transformation, d'adaptation au milieu de vie, de ressemblances

¹⁴ Par convention, nous noterons E25 la réponse de l'enseignant 25.

et différences, de formes intermédiaires, de disparitions, de rôle du temps, de sélection naturelle etc. ;

- réponse réduite à l'Homme, pour un petit pourcentage (6%).

Les rares personnes qui répondent non à cette question ne refusent pas l'idée d'évolution mais s'interrogent, dans leur argumentation pour le non, sur le fait que

- toutes les espèces n'ont pas évolué : « *Certains êtres vivants n'ont pas pu (ou pas assez) évolué (cf. les dinosaures et autres) » – « parce qu'il y a des êtres vivants qui n'ont pas évolué » ;*
- les mécanismes ne sont pas totalement élucidés « *Une question : comment se passe l'évolution, selon quels mécanismes, sur quelle échelle de temps (certaines espèces semblent ne pas avoir évolué pendant des périodes de temps ou d'autres ont évolué, ont disparu, se sont succédées) ?* ».

Un résultat notable, infirmant l'une de nos hypothèses de départ, est que cette adhésion est complètement indépendante du niveau d'études ou de la nature de la formation antérieure, scientifique ou non. Cette adhésion largement majoritaire d'enseignants français à l'idée d'évolution du vivant semble montrer l'existence d'un consensus partagé par des personnes dotées d'un niveau culturel élevé, vivant en France actuellement, particularité qui est l'apanage de l'échantillon auquel nous avons soumis notre test. Ceci peut expliquer l'écart avec les résultats de Quessada et al. (2007) qui trouvent un lien entre niveau de formation et adhésion aux idées évolutionnistes, en étudiant des échantillons beaucoup plus larges et diversifiés (différents pays, différents niveaux de formation).

Q17 D'après vous, sur quel(s) indice(s), les scientifiques s'appuient-ils pour argumenter l'idée d'évolution ?

Il est ici demandé aux répondants de faire explicitement état de connaissances, alors que les deux questions précédentes ne le nécessitaient pas et les enseignants pouvaient se limiter à une simple opinion ou conviction. 78% des enseignants (96/123) répondent en donnant des indices pertinents. Les 22% restants (27/123) ne proposent pas d'indices précis, évoquent des indices non pertinents au regard des données scientifiques actuelles ou ne répondent pas.

Une analyse du contenu à cette question ouverte a permis de définir la nature des indices proposés en repérant des mots-clés (tableau 19).

Mots-clés	Nature de l'indice
Fossiles, crânes, squelettes, traces, restes, vestiges, pollen, objets, habitats	Indices paléontologiques et archéologiques
Ressemblances, différences, variations, transformation, adaptation,	Indices biologiques
ADN, chromosomes, mutations	Indices génétiques et moléculaires
Méthodes : analyses, mesures, observations, comparaison	Autres indices

Tableau 19 : Nature des indices proposés par les professeurs des écoles

L'analyse univariée (tableau 20) montre que plus de la moitié, 54,5% (67/96), propose des indices de nature paléontologique et/ou archéologique, 36,6% (45/96) des indices de nature biologique et 18,7% (23/96) des indices de nature génétique et/ou moléculaire.

Indices	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 86,41$, ddl = 6, 1-p = >99,99%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. Le nombre de citations est supérieur au nombre d'observations du fait de réponses multiples (3 au maximum).
pas d'indices précis	13	10,6%	
indices paléontologiques ou archéologiques	67	54,5%	
indices biologiques	45	36,6%	
indices moléculaires et génétiques	23	18,7%	
autres	12	9,8%	
Non réponse	14	11,4%	
TOTAL OBS.	123		

Tableau 20 : Fréquence des indices proposés

Un même sujet peut produire plusieurs types d'indices : dans le sous échantillon des sujets ayant indiqué des arguments valides scientifiquement (96 sujets), 65 % (34/96) argumentent à l'aide d'un seul indice, 25 % de deux indices et 10 % à l'aide des trois types d'indices.

Nombre d'indices proposés	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 33,25$, ddl = 2, 1-p = >99,99%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre de citations
1	56	58,3%	
2	30	31,3%	
3	10	10,4%	
TOTAL CIT.	96	100%	

Tableau 21 : Fréquence du nombre d'indices proposés

D'autre part, quand un seul indice est proposé, il est prioritairement de nature paléontologique et/ou archéologique. Enfin, quand un répondant propose trois indices, l'un d'entre eux est significativement de nature moléculaire ou génétique.

Indi	Nombre d'indices proposés	1	2	3	TOTAL
	indices paléontologiques	32	25	10	67
	indices biologiques	19	18	8	45
	indices moléculaires et génétiques	3	12	8	23
	TOTAL	54	55	26	135

La dépendance est significative. $\chi^2 = 9,76$, ddl = 4, 1-p = 95,54%.

Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 22 : analyse croisée « Nature de l'indice proposé X nombre d'indices proposés »¹⁵

Ces premiers résultats montrent que les indices prioritairement proposés sont de nature paléontologique et/ou archéologique. Il s'agit d'indices ostensibles, parlants, concrets, visibles, observables, perceptibles par les sens, qui sont très souvent et très aisément l'objet de la médiatisation, qui sont les supports de la vulgarisation. Historiquement, rappelons que c'est l'observation de fossiles du bassin parisien qui a permis à Lamarck (1801) de formaliser l'idée de transformation, prémices de l'idée d'évolution. On note tout de même une fréquente confusion entre objets d'étude de la paléontologie et objets de l'archéologie pour de nombreux répondants. Nous avons réuni dans une même catégorie des deux types d'indices car les réponses qui évoquent des objets de l'archéologie sous-entendent l'évolution humaine mais avec, en arrière plan, une confusion entre évolution et progrès !

Si on se réfère à la carte conceptuelle proposée au chapitre I, on peut considérer le recours à un indice paléontologique comme révélateur d'un premier niveau de connaissances par rapport à la théorie de l'évolution. Les fossiles sont les témoins d'une vie passée, différente ou disparue, de transformations. La convocation d'indices biologiques et génétiques pourraient, quand à eux, traduire un deuxième et un troisième niveau de maîtrise du concept d'évolution du vivant.

Cette constatation interpelle quand on sait que c'est sur la base de ces indices paléontologiques que *l'Atlas de la Création* (Yahya, 2006) appuie son argumentation pour dénoncer la théorie de l'évolution des espèces et pour démontrer qu'aucune évolution du vivant n'a jamais eu

¹⁵ Les cases encadrées en noir (gris) sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur (inférieur) à l'effectif théorique.

lieu ! Nous y faisons référence dans le chapitre III § 1.1. L'indice paléontologique, bien que concret, doit donc être manipuler avec précaution.

La question est maintenant de savoir si la qualité des réponses (nature et nombre d'indices) à cette question est liée ou non à la formation initiale déclarée, à dominante scientifique ou non. Une première analyse, réalisée sur la base des 96 enseignants sur 123 qui ont fourni un ou plusieurs arguments pertinents, montre que le nombre des indices proposés semblent indépendants du niveau et de la nature (scientifique ou non) de la formation initiale.

Nombre d'indices proposés	1	2	3	TOTAL
Nat				
Formation initiale "scientifique"	19	15	5	39
Formation initiale "non scientifique"	26	6	5	37
autres	6	4	0	10
NR	5	5	0	10
TOTAL	56	30	10	96

La dépendance n'est pas significative. $\chi^2 = 8,98$, ddl = 6, 1-p = 82,54%.

Attention, 6 (50.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables.

Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 24 : Analyse croisée « Nombre d'indices proposés X formation initiale déclarée »

Une analyse plus fine de la nature des indices montre que les indices paléontologiques et/ou archéologiques et les indices biologiques sont proposés, dans les mêmes proportions, par les deux catégories d'enseignants. En revanche, et de façon très significative, les enseignants déclarant une formation initiale « scientifique » sont en mesure d'argumenter l'évolution sur la base d'indices moléculaires et/ou génétiques.

Indices	pas d'indices précis	indices paléontologiques ou archéologiques	indices biologiques	indices moléculaires et génétiques	TOTAL
Nat					
Formation initiale "scientifique"	2	26	17	15	60
Formation initiale "non scientifique"	7	26	18	6	57
autres	3	5	8	0	16
TOTAL	12	57	43	21	133

La dépendance est significative. $\chi^2 = 17,45$, ddl = 9, 1-p = 95,79%.

Attention, 6 (37.5%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 25 : analyse croisée « Nature des indices proposés X formation initiale déclarée »

La représentation sous forme d'une carte factorielle permet de visualiser les liens entre les paramètres qui font l'objet du croisement.

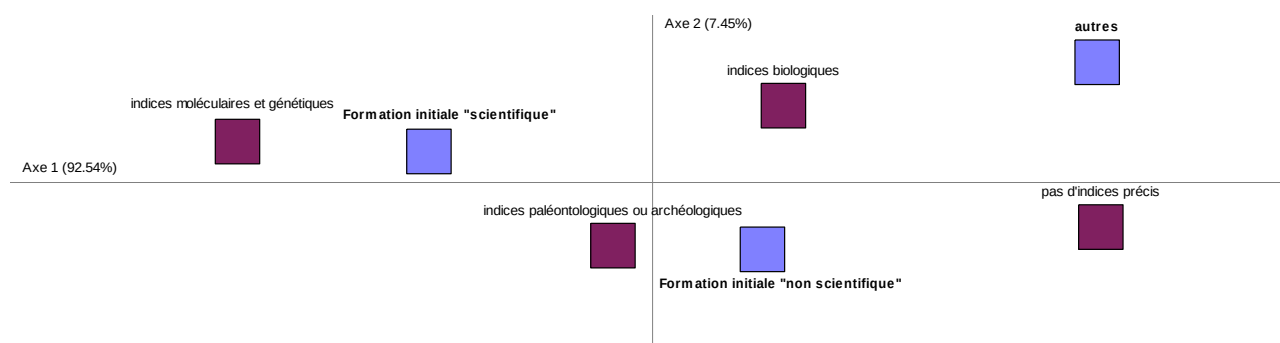


Figure 13 : Analyse factorielle des correspondances « « Nature des indices proposés X formation initiale déclarée »

Pour récapituler, on note alors que le nombre d'indices proposés ne dépend pas significativement de la nature de la formation initiale : les enseignants ayant une formation initiale non scientifique proposent un, deux ou trois indices dans les mêmes proportions que les enseignants déclarant une formation initiale scientifique. Cela rejoint une idée précédemment évoquée sur le niveau culturel élevé des enseignants français et leur adhésion majoritaire à l'idée d'évolution. Ces résultats montrent que les enseignants possèdent plus qu'une idée d'évolution et qu'ils sont capables de l'argumenter de manière pertinente. La majorité d'entre eux sont en mesure d'avancer des indices paléontologiques et biologiques, quelle que soit leur formation initiale. Nous l'avons dit, ces arguments biologiques et paléontologiques de l'évolution sont plus à la portée du grand public car ils sont perceptibles. Rappelons que c'est sur la base de telles observations que Darwin a pris

conscience de l'évolution et a étayé peu à peu sa théorie dès 1839. Dans son autobiographie, Darwin (1882, 2008) cite notamment ses études sur les cirripèdes : « *Ce travail [sur les cirripèdes] me fut extrêmement utile lorsque, dans l'Origine des espèces, j'eus à discuter des principes d'une classification naturelle* » et ses observations sur différentes espèces, fossiles ou actuelles : « *Au cours de mon voyage sur le Beagle, j'avais été profondément impressionné premièrement en découvrant dans les sédiments de la pampa, de grands animaux fossiles couverts d'une armure semblable à celle des tatous actuels ; deuxièmement par la manière dont des animaux étroitement apparentés se succèdent et se substituent les uns aux autres quand on avance vers le sud du continent* ».

En résumé, 96,7% des enseignants que nous avons interrogés adhèrent à l'idée d'évolution et près de 70 % sont capables de le justifier avec des arguments pertinents. Il est même possible, sinon vraisemblable, que les pourcentages soient ici sous-estimés du fait des *non* réponses. En effet, ces enseignants font preuve d'une grande humilité, révélée par une question ultérieure (posée seulement aux 76 enseignants titulaires). Interrogés sur les raisons pour lesquelles ils n'avaient pas répondu à certaines questions, ils déclarent, à 57 % (43/76), qu'ils estimaient ne pas avoir de connaissances suffisantes sur le sujet et, à 15 %, trouver les questions trop complexes.

2.3 Déclarations à propos de la théorie de l'évolution

La référence à la « *théorie de l'évolution* » est maintenant explicite. Alors que les questions précédentes ne faisaient appel qu'à la notion générale *d'évolution*, il s'agit de voir maintenant si les sujets sont capables d'énoncer des éléments pertinents en rapport avec la théorie scientifique.

Pour ces questions, seuls 116 questionnaires ont été renseignés ; les 7 premiers qui avaient été distribués ne faisaient pas cette différence entre « *évolution* » et « *théorie de l'évolution* ». Certaines remarques nous ont amenée à lever cette éventuelle ambiguïté.

Q18 Avez-vous entendu parler de la théorie de l'évolution ?	oui	non
Q19 Si oui, que pouvez-vous en dire ?		

96,5 % (112/116) des enseignants déclarent avoir entendu parler de la théorie de l'évolution et 82,7% (96/116) peuvent en dire quelque chose. Parmi les stagiaires, 46 sur 47 ont entendu parler de la théorie de l'évolution et 45 sur 46 peuvent en dire quelque chose, 29 sur 45 avancent des éléments pertinents.

Parmi les réponses qui donnent des éléments d'explicitation de la théorie, nous distinguons plusieurs niveaux de réponse :

- 15 % de réponses (20/96) sont sans éléments explicites et pertinents en lien avec la théorie de l'évolution. Elles peuvent se limiter à une tautologie - *les êtres vivants ont évolué au cours des temps pour arriver à leur forme actuelle (E77)* ; *c'est la théorie scientifique officielle qui rend compte de l'évolution des espèces (E121)*, à une opinion - *ça paraît plausible (E12)* ; *elle est intéressante (E54)* ; *c'est la théorie qui me semble la plus probable au vu de ce que nous étions et de ce que nous sommes aujourd'hui (E65)*, à une évocation de l'idée linéaire de l'évolution - *L'homme vient du singe, c'est le singe qui a évolué (E101)*; *L'homme descend du singe, le singe descend du poisson (E111)*,
- Près de 80% de réponses (76/96), soit plus de 65% de l'échantillon total, proposent des éléments pertinents, plus ou moins nombreux. Parmi ces éléments que nous qualifions de pertinents, il est possible de définir plusieurs niveaux dans la qualité de la réponse :
 - 44,7 % (41/96) font référence à son premier auteur, Darwin : *C'est Darwin qui en est l'auteur (E105)* ; *J'y associe le nom de Darwin (E100)* ; *C'est Darwin qui l'a écrite (E7)* ;
 - 50% (48/96) font référence à des faits et des mécanismes. L'analyse des réponses se fait sur la base d'une liste de mots-clés établis à partir de la définition de Jean Chaline (2006) rappelée ci-dessus : adaptation, sélection naturelle, hasard, à laquelle nous avons choisi d'ajouter : du simple au complexe, ancêtre commun, spéciation, descendance.

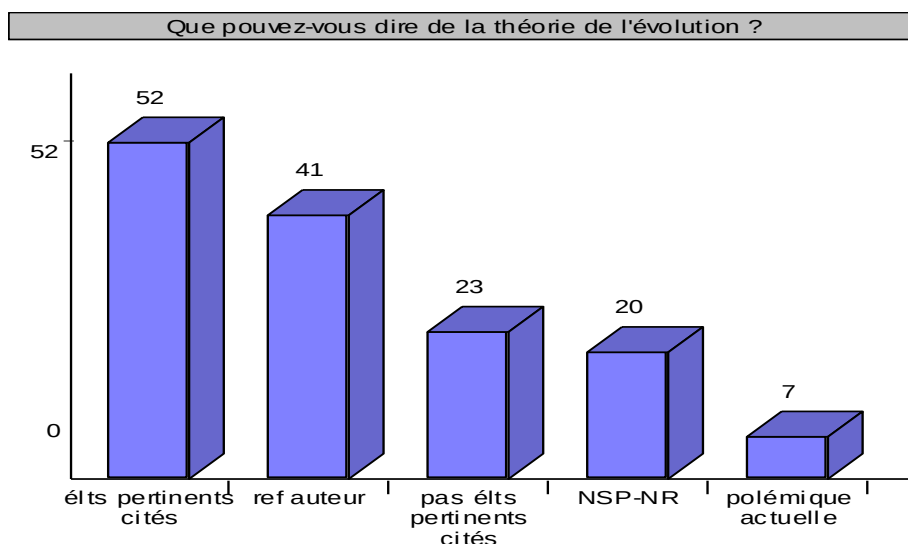


Figure 14 : Analyse univariée « Que pouvez-vous dire de la théorie de l'évolution ? »

L'analyse de ces réponses révèle que la théorie de l'évolution est, 150 ans après sa publication, encore étroitement liée au nom de Charles Darwin et à ce seul nom. Aucun autre nom de

scientifiques liés à l'évolution n'est cité. Quelques hypothèses, elles aussi étroitement liées, peuvent être avancées pour expliquer ce fait :

- les principes énoncés par Darwin sont simples, en apparence, ne s'appuient sur aucune connaissance scientifique complexe ;
- les développements concernant l'évolution du vivant au cours du XX^e siècle ne remettent pas en cause les fondements de la théorie énoncée en 1859. En revanche, les différentes approches qui visent à expliciter des mécanismes de l'évolution s'appuient sur des connaissances qui requièrent un très haut niveau d'expertise et ce, dans de très nombreux domaines de la biologie et de la géologie ;
- Aussi, quand les médias s'emparent de la question de l'évolution, dans un souci de vulgarisation, ils en restent très souvent à la formulation de la fin du XIX^e siècle.

Nous avons cherché à distinguer différents niveaux de réponse parmi celles apportant des éléments de réponse pertinents. La référence à l'adaptation au milieu de vie est très fréquente. Elle est explicite dans 39 réponses sur 96 (40%) : *L'évolution des espèces est une adaptation à la vie (E67) ; C'est l'hypothèse de Darwin selon laquelle « survivraient » les animaux étant adaptés au milieu et donc génération après génération, cela deviendrait des caractéristiques (E66) ; Selon Darwin qui en est l'instigateur, la théorie de l'évolution est justifiée par le fait que les êtres vivants pour survivre vont s'adapter aux conditions de vie de leurs milieux et que ceux qui ne s'y adapteront pas disparaîtront (E81).*

Dans d'autres cas, la référence est implicite : *Les êtres vivants évoluent par mutation génétique aléatoire. C'est le milieu naturel qui sélectionne les mutations (E17) ; Darwin propose la théorie de la sélection naturelle. Seuls survivent ceux qui sont dotés de variations avantageuses (E64)*

Certaines réponses révèlent sans ambiguïté une conception proche de la conception lamarckienne de l'évolution au sens de « la fonction crée l'organe » : *exemple des girafes qui ont survécu parce qu'elles ont su évoluer pour s'adapter à l'environnement ; elles ont développé un long cou pour attraper les branches hautes (E120). Cette théorie concerne la capacité des êtres vivants à répondre aux caractéristiques du milieu par des spécificités morphologiques qui évoluent au cours du temps (E103).*

Quelques réponses associent la notion d'adaptation à celle de nécessité : *Les contraintes extérieures (climat, habitat, pollution ...) poussent les espèces à s'adapter pour survivre (E46) ; En comparant des animaux d'une même espèce, on constate des modifications au cours des temps. Celles-ci seraient dues à une nécessité d'adaptation au milieu (E59).* On retrouve dans ces formulations l'idée que Jacques Monod (1970) discute à savoir les liens entre le hasard et la nécessité dans l'évolution. En effet, il précise que la sélection naturelle agit sur les produits du

hasard, inscrits dans la structure même de l'ADN. « *Tiré du règne du pur hasard, il [l'accident singulier dû au hasard] entre dans celui de la nécessité* ».

Parmi les réponses, seuls 6% des réponses évoquent spontanément la polémique actuelle entre créationnisme et évolutionnisme. D'autre part, le nombre légèrement plus important de non réponses que pour les questions précédentes (17,2%) peut s'expliquer en partie par le sentiment de redondance. Ceci a pu être attesté lors des entretiens post passation où plusieurs personnes ont déclaré n'avoir pas réécrit des arguments déjà donnés. Malgré ce biais, ces réponses permettent de voir qu'il n'existe pas de contradictions entre les deux groupes de réponses (*idée d'évolution* versus *théorie de l'évolution*).

D'autre part, une analyse bivariée (tableau 26) montre que, sur l'ensemble de l'échantillon (116 sujets), la qualité des réponses concernant la connaissance d'éléments de la théorie de l'évolution ne dépend pas significativement de la formation déclarée, à dominante scientifique ou non.

	Nat	Formation initiale "scientifique"	Formation initiale "non scientifique"	autres	NR	TOTAL
Dire						
référence à un auteur		18	14	4	5	41
éléments pertinents cités		15	9	2	5	31
idée d'adaptation		8	7	3	3	21
polémique actuelle évoquée		0	2	4	1	7
réponse sans éléments pertinents		7	8	3	5	23
non réponse		4	12	2	2	20
TOTAL		52	52	18	21	143

La dépendance est peu significative. $\chi^2 = 23,59$, ddl = 15, 1-p = 92,76%.

Attention, 12 (50.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 26 : Analyse croisée « Connaissance Théorie de l » évolution X formation initiale déclarée »

Si on croise les réponses à ces questions portant sur les connaissances de l'évolution et de la théorie qui la sous-tend avec différents paramètres, on note :

- Aucune différence significative n'apparaît entre les enseignants titulaires (69 sujets) et les stagiaires (47 sujets) ;
- Une dépendance peu significative entre le nombre d'indices proposés et le degré d'ancienneté ($\chi^2 = 15,42$, ddl=10, 1-p=88,26%), entre la nature des indices proposés et le degré d'ancienneté ($\chi^2 = 29,79$, ddl = 25, 1-p = 76,77%), entre la citation d'éléments de la théorie et le degré d'ancienneté $\chi^2 = 34,52$, ddl = 25, 1-p = 90,28%).

Venait ensuite une série d'affirmations pour lesquelles les répondants devaient indiquer leur accord ou désaccord.

Q20 La théorie de l'évolution est la théorie qui permet de comprendre et d'expliquer l'évolution de tous les êtres vivants au cours des temps géologiques.	D'accord	pas d'accord	NSP
Q21 D'autres théories scientifiques permettent d'expliquer l'évolution des êtres vivants au cours des temps géologiques.	D'accord	pas d'accord	NSP
Q22 La théorie de l'évolution ne permet pas de rendre compte de l'évolution de l'homme.	D'accord	pas d'accord	NSP
Q23 Des approches autres que scientifiques permettent d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants sur Terre.	D'accord	pas d'accord	NSP

Très majoritairement (76,4 %, 94/123) les enseignants sondés estiment que la théorie de l'évolution est « **la** » théorie scientifique qui permet d'expliquer l'évolution de « **tous** » les êtres vivants (Q20). Ils sont 81,3 % (100/123) à refuser l'idée que la théorie de l'évolution ne permet pas de rendre compte du cas de l'Homme (Q22), confirmant ainsi leur réponse précédente. L'écart très faible (6 sujets) est difficile à interpréter ; il est peut-être dû à la double négation de l'affirmation Q22 où il fallait répondre *non* pour marquer son attachement à la théorie scientifique. Il faut noter cependant que 37,4% (46/123) répondent que d'autres théories scientifiques pourraient expliquer l'évolution (Q21) ; 45,5% refusent cette idée (56/123) et 17,1% (21/123) ne répondent pas. Ceci est la marque d'une certaine prudence à l'égard de leurs propres connaissances. Certains d'entre eux pensent qu'une autre théorie peut exister tout en déclarant ne pas la connaître. Les questions suivantes (Q24-25) donneront des renseignements supplémentaires. Si 74,8% (92/123) refusent l'idée que des approches autres que scientifiques puissent expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants (Q23), 17,1% (21/123) ne rejettent pas cette idée et 7,3% (9/123) ne se prononcent pas.

LA théorie	Nb. cit.	Fréq.
d'accord	94	76,4%
pas d'accord	22	17,9%
NR	7	5,7%
TOTAL OBS.	123	100%

La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 105,51$, ddl = 2, 1-p = >99,99%.
Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité.

UNE théorie	Nb. cit.	Fréq.
d'accord	46	37,4%
pas d'accord	56	45,5%
NR	21	17,1%
TOTAL OBS.	123	100%

La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 15,85$, ddl = 2, 1-p = 99,96%.
Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité.

Homme excepté	Nb. cit.	Fréq.
d'accord	11	8,9%
pas d'accord	100	81,3%
NR	12	9,8%
TOTAL OBS.	123	100%

La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 127,37$, ddl = 2, 1-p = >99,99%.
Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité.

Approche non scientifique	Nb. cit.	Fréq.
d'accord	21	17,1%
pas d'accord	92	74,8%
NR	9	7,3%
TOTAL OBS.	123	

La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 98,97$, ddl = 2, 1-p = >99,99%.
Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre de citations.

Tableau 27 : Une théorie, La théorie (échantillon total = 123)

On note des différences intéressantes si on compare les strates titulaires (76 sujets) et stagiaires (47 sujets).

Enseignants stagiaires					
		d'accord	pas d'accord	NR	TOTAL
	LA théorie	68,1%	29,8%	2,1%	100%
	UNE théorie	42,6%	53,2%	4,3%	100%
	Homme excepté	4,3%	89,4%	6,4%	100%
	Approche non scientifique	8,7%	89,1%	2,2%	100%
	Ensemble	31,0%	65,2%	3,7%	100%

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 60,94$, ddl = 6, 1-p = >99,99%.

Attention, 4 (33.3%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Ce tableau est construit sur la strate de population 'Stagiaires' contenant 47 observations et définie par le filtrage suivant : Niv = "Stages"

Tableau 28 : Une théorie, La théorie (enseignants stagiaires = 47)

Enseignants titulaires					
		d'accord	pas d'accord	NR	TOTAL
	LA théorie	81,6%	10,5%	7,9%	100%
	UNE théorie	34,2%	40,8%	25,0%	100%
	Homme excepté	11,8%	76,3%	11,8%	100%
	Approche non scientifique	22,4%	67,1%	10,5%	100%
	Ensemble	37,5%	48,7%	13,8%	100%

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 108,12$, ddl = 6, 1-p = >99,99%.

Ce tableau est construit sur la strate de population 'Titulaires C3' contenant 76 observations et définie par le filtrage suivant : Niv # "Stages"

Tableau 29 : Une théorie, La théorie (enseignants titulaires = 96)

Chez les enseignants stagiaires, l'adhésion à **LA** théorie, tout en restant significative, se fait « seulement » dans 68,1% des réponses contre 81,6% pour les enseignants titulaires et 42,6% sont d'accord avec l'idée qu'il existe d'autres théories scientifiques. On peut, peut-être, y voir une confiance moindre dans les affirmations scientifiques exclusives chez les enseignants plus jeunes ou l'intrusion dans notre quotidien d'autres alternatives explicatives. Notons tout de suite que la confiance dans la science reste très élevée puisque 89,1% d'entre eux rejettent l'hypothèse d'approches autres que scientifiques pour expliquer l'apparition et l'évolution. L'importance de la théorie de l'évolution pour rendre compte de l'évolution de l'Homme est affirmée par 89,4%. L'Homme n'est pas considérée comme un être vivant à part contrairement à ce que proposent les tenants du Dessein intelligent et que son évolution répond aux mêmes règles que celles de tous les

êtres vivants. D'autre part, nous avons *a posteriori* relevé un artéfact méthodologique : la question Q20 sous-entendait un « LA » exclusif. Le fait que certaines réponses soient d'accord à la fois avec l'affirmation Q20 ET Q21 montre que l'exclusivité du LA n'a pas été perçue.

Nous avons également voulu voir si la formation initiale pouvait avoir une influence sur les réponses des enseignants. Là encore, aucune différence significative n'apparaît entre les deux groupes.

Enseignants déclarant une formation initiale « scientifique »				
	d'accord	pas d'accord	NR	TOTAL
LA théorie	85,7%	9,5%	4,8%	100%
UNE théorie	38,1%	47,6%	14,3%	100%
Homme excepté	11,9%	81,0%	7,1%	100%
Approche non scientifique	11,9%	83,3%	4,8%	100%
Ensemble	36,9%	55,4%	7,7%	100%

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 71,96$, ddl = 6, 1-p = >99,99%.

Attention, 4 (33.3%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables.

Ce tableau est construit sur la strate de population 'Formation Initiale Sciences' contenant 42 observations et définie par le filtrage suivant : Nat Parmi "sciences ; santé ; STT/STI ; STAPS"

Tableau 30 : Une théorie, La théorie (enseignants déclarant une formation initiale scientifique)

Enseignants déclarant une formation initiale « non scientifique »				
	d'accord	pas d'accord	NR	TOTAL
LA théorie	76,0%	16,0%	8,0%	100%
UNE théorie	30,0%	46,0%	24,0%	100%
Homme excepté	8,0%	82,0%	10,0%	100%
Approche non scientifique	20,4%	71,4%	8,2%	100%
Ensemble	33,7%	53,8%	12,6%	100%

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 70,29$, ddl = 6, 1-p = >99,99%.

Ce tableau est construit sur la strate de population 'Formation Initiale non Sciences' contenant 50 observations et définie par le filtrage suivant : Nat Parmi "sciences humaines ; lettres-langues ; arts ; droit"

Tableau 31 : Une théorie, La théorie (enseignants déclarant une formation initiale non scientifique)

Q24 Pouvez-vous indiquer des arguments en faveur de la théorie de l'évolution ?

Q25 Pouvez-vous indiquer des arguments qui mettent en doute la théorie de l'évolution ?

Ces deux questions sont en lien avec les réponses des questions 20 à 23. Selon les choix, les sujets ne doivent répondre qu'à l'une ou l'autre. Elles n'ont été renseignées que par les 98 premiers sujets (76 titulaires et 22 stagiaires).

Les arguments avancés en faveur de la théorie de l'évolution sont du même ordre que ceux donnés dans les réponses précédentes, aucune contradiction n'apparaissant ; simplement, les références explicites à Darwin y sont un peu plus fréquentes. On note un pourcentage significatif de non réponses : 50/98 (51%). Seuls 48 proposent des arguments ; 17/48 sont peu précis tout en évoquant la confiance investie dans les scientifiques (*Je fais confiance aux scientifiques E11*), l'existence de preuves (*Les preuves recueillies par les scientifiques E31*) ou le recours à des observations (*Elle s'appuie sur des observations scientifiques E61 ; La théorie s'appuie sur des observations E87*).

Sur les 31 réponses argumentées, sont explicitement proposés :

- ❑ des arguments liés aux faits paléontologiques en référence aux traces, aux fossiles (14/31 soit 45,1%) ;
- ❑ des arguments de type darwinien (15/31 soit 48,3%) telles que la sélection naturelle, les transformations, l'adaptation, la spéciation ;
- ❑ des arguments postdarwinien (10/31 soit 32,2%), postérieurs à la publication de l'ouvrage de Darwin et qui s'appuient sur des données génétiques et/ou moléculaires plus récentes (ADN, gènes, chromosomes, mutations).

Si des doutes sont émis à propos de cette théorie par 28,2% d'entre eux (28/98), ils sont de plusieurs natures. Pour 16,3 % d'entre eux (16/98), ce n'est pas par référence à une alternative crédible mais au nom « *d'un principe de précaution* » qui dit que toute théorie scientifique est susceptible d'évoluer ou qu'une autre théorie pourrait voir le jour dans l'avenir : « *Nous n'avons pas forcément toutes les données – E26* » ; « *Cela me gêne de croire qu'il n'y a qu'une théorie. Scientifiquement, cela me paraît difficile – E67* » ; « *Je n'en connais pas tous les arguments et laisserai toujours une place au doute scientifique – E42* ». Quelques sujets (7/98) argumentent sur la base de nouvelles données scientifiques révélées après la publication de sa théorie par Darwin « *Le croisement avec des données génétiques (désormais possible) amène un regard neuf et peut rentrer en contradiction sur « les flux migratoires – E5* » ; *D'autres recherches scientifiques comme la théorie neutraliste (fonction du hasard) peuvent compléter la théorie de l'évolution sans*

forcément la remettre en cause – E29 ». Seuls 3 sujets se réfèrent à la religion et aux croyances individuelles. 28 sujets n'apportent aucun argument. Ce sont très souvent ceux qui n'ont pas répondu à la question précédente. Il est alors impossible de révéler leur position vis-à-vis de la théorie de l'évolution.

Certains sujets ont répondu, à la fois, à la question Q24 et Q25. En effet, cette question est parfois comprise comme « quels sont les arguments qui mettent en doute **la Théorie de l'Évolution de Darwin ?** ». Les arguments avancés reposent alors sur la prise en compte de données de la recherche plus récentes : *d'autres recherches scientifiques comme la théorie neutraliste (fonction du hasard) peuvent compléter la théorie de l'évolution sans forcément la remettre en cause (E29) ; J'ai entendu parler du hasard dans l'extinction des espèces remettant en cause le principe de sélection naturelle (E40) ; Le fait que certains éléments de la théorie de Darwin peuvent être remis en question dans la mesure où Darwin n'avait pas les outils d'investigation actuels. Sans remettre en cause le fondement, certains aspects méritent encore d'être travaillés (E81)*. Ces réponses ne remettent pas en cause la théorie de l'évolution mais son état élaboré à l'époque de Darwin.

Q26 Avez-vous entendu parler d'autres approches possibles pour expliquer l'apparition et l'évolution des espèces ?	oui	non
Q27 Si oui, laquelle ou lesquelles ?		

Plus de la moitié déclarent connaître d'autres approches possibles (72/123), la référence aux religions figurant dans 46,3 % des réponses (57/123), placées au niveau des croyances et non des explications scientifiques alternatives plausibles. On retrouve ici aussi la référence à d'autres approches scientifiques, antérieures ou postérieures à Darwin : *L'évolution des êtres vivants se ferait dans le sens d'une adaptation morphologique. C'est la fonction qui crée l'organe (E 63) ; Théorie neutraliste (E 29)*.

Autre approche	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 40,54$, ddl = 2, 1-p = >99,99%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité.
oui	72	58,5%	
non	36	29,3%	
NR	15	12,2%	
TOTAL OBS.	123	100%	

Laquelle	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 91,33$, ddl = 5, 1-p = >99,99%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. La somme des pourcentages est inférieure à 100% du fait des suppressions.
religions	57	46,3%	
théories anciennes : Cuvier, Lamarck	7	5,7%	
théories actuelles	5	4,1%	
autres (sectes, cult, génospon, extraterr)	11	8,9%	
NR	21	17,1%	
TOTAL OBS.	123		

Tableau 32 : Eléments pour une autre approche de l'évolution des espèces

Les sectes sont évoquées faiblement (9%, 11/123). Notons qu'aucune référence spontanée n'est faite au Dessein Intelligent malgré sa présence grandissante dans les médias depuis quelques années. Notre avis est que cette connaissance nécessite un très haut degré d'expertise pour en comprendre les arguments. D'autre part, on ne retrouve pas dans les réponses des enseignants l'ambiguïté à propos du mot Théorie que nous avons souligné dans le chapitre II §1.2. Il semblerait que le terme soit considéré au sens scientifique c'est à dire comme une « *construction intellectuelle méthodique et organisée, de caractère hypothétique (au moins en certaines de ses parties) et synthétique* » (Lusignan & Chanet, 2007).

Dans toutes les réponses aux questions Q18 à Q27, les tris croisés entre les diverses catégories de répondants ne font apparaître aucune différence statistiquement significative. Ni la durée des études, ni le fait d'avoir suivi des études scientifiques ne permettent de distinguer les réponses. A titre d'exemple, on peut citer le croisement entre ancienneté et autre approche connue (123 sujets) sachant que plus de 70 % des sujets n'accordent aucun crédit à une approche autre que scientifique et nature de la formation initiale et autre approche connue.

Laquelle	Religions	Théoriesanciennes : Cuvier,Lamarck	Théories actuelles	Autres (sectes, cultures, génération spontanée, extraterrestres)	Non réponse	TOTAL
Ancienneté						
0-5	2	1	0	0	4	7
5-10	9	1	2	1	2	15
10-20	8	1	0	1	7	17
20-30	8	1	0	2	0	11
30-40	4	1	0	2	3	10
stagiaire	26	2	3	5	5	41
TOTAL	57	7	5	11	21	101

Tableau 33 : Analyse croisée « Ancienneté X autres approches connues »

Laquelle	Religions	Théories anciennes : Cuvier, Lamarck	Théories actuelles	Autres (sectes, cultures, génération spontanée, extraterrestres)	Non réponse	TOTAL
Nat						
Formation initiale "scientifique"	21	3	4	4	6	38
Formation initiale "non scientifique"	21	2	1	4	11	39
autres	8	1	0	2	2	13
NR	7	1	0	1	2	11
TOTAL	57	7	5	11	21	101

Tableau 34 : Analyse croisée « Formation initiale déclarée X autres approches connues »

2.4. Origine de leurs connaissances

Q28 À votre avis, vos connaissances sur ce thème se sont construites grâce à :

Votre formation scolaire	oui	non
1. ☐ Pas de formation		
2. ☐ Formation de moins de 10 ans		
3. ☐ Formation de 10 à 15 ans		
4. ☐ Formation de 15 à 20 ans		
5. ☐ Formation de 20 à 25 ans		
6. ☐ Formation de 25 à 30 ans		
7. ☐ Formation de 30 à 35 ans		
8. ☐ Formation de 35 à 40 ans		
9. ☐ Formation de 40 à 45 ans		
10. ☐ Formation de 45 à 50 ans		
11. ☐ Formation de 50 à 55 ans		
12. ☐ Formation de 55 à 60 ans		
13. ☐ Formation de 60 à 65 ans		
14. ☐ Formation de 65 à 70 ans		
15. ☐ Formation de 70 à 75 ans		
16. ☐ Formation de 75 à 80 ans		
17. ☐ Formation de 80 à 85 ans		
18. ☐ Formation de 85 à 90 ans		
19. ☐ Formation de 90 à 95 ans		
20. ☐ Formation de 95 à 100 ans		

Votre formation universitaire		oui	non
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

Votre formation continue	☐ oui	☒ non
--------------------------	------------------------------	---

Des activités personnelles	oui	non
1. Lire un livre		
2. Regarder la télévision		
3. Faire du sport		
4. Faire du bénévolat		
5. Faire du jardinage		
6. Faire du shopping		
7. Faire du voyage		
8. Faire du bénévolat		
9. Faire du bénévolat		
10. Faire du bénévolat		
11. Faire du bénévolat		
12. Faire du bénévolat		
13. Faire du bénévolat		
14. Faire du bénévolat		
15. Faire du bénévolat		
16. Faire du bénévolat		
17. Faire du bénévolat		
18. Faire du bénévolat		
19. Faire du bénévolat		
20. Faire du bénévolat		
21. Faire du bénévolat		
22. Faire du bénévolat		
23. Faire du bénévolat		
24. Faire du bénévolat		
25. Faire du bénévolat		
26. Faire du bénévolat		
27. Faire du bénévolat		
28. Faire du bénévolat		
29. Faire du bénévolat		
30. Faire du bénévolat		
31. Faire du bénévolat		
32. Faire du bénévolat		
33. Faire du bénévolat		
34. Faire du bénévolat		
35. Faire du bénévolat		
36. Faire du bénévolat		
37. Faire du bénévolat		
38. Faire du bénévolat		
39. Faire du bénévolat		
40. Faire du bénévolat		
41. Faire du bénévolat		
42. Faire du bénévolat		
43. Faire du bénévolat		
44. Faire du bénévolat		
45. Faire du bénévolat		
46. Faire du bénévolat		
47. Faire du bénévolat		
48. Faire du bénévolat		
49. Faire du bénévolat		
50. Faire du bénévolat		
51. Faire du bénévolat		
52. Faire du bénévolat		
53. Faire du bénévolat		
54. Faire du bénévolat		
55. Faire du bénévolat		
56. Faire du bénévolat		
57. Faire du bénévolat		
58. Faire du bénévolat		
59. Faire du bénévolat		
60. Faire du bénévolat		
61. Faire du bénévolat		
62. Faire du bénévolat		
63. Faire du bénévolat		
64. Faire du bénévolat		
65. Faire du bénévolat		
66. Faire du bénévolat		
67. Faire du bénévolat		
68. Faire du bénévolat		
69. Faire du bénévolat		
70. Faire du bénévolat		
71. Faire du bénévolat		
72. Faire du bénévolat		
73. Faire du bénévolat		
74. Faire du bénévolat		
75. Faire du bénévolat		
76. Faire du bénévolat		
77. Faire du bénévolat		
78. Faire du bénévolat		
79. Faire du bénévolat		
80. Faire du bénévolat		
81. Faire du bénévolat		
82. Faire du bénévolat		
83. Faire du bénévolat		
84. Faire du bénévolat		
85. Faire du bénévolat		
86. Faire du bénévolat		
87. Faire du bénévolat		
88. Faire du bénévolat		
89. Faire du bénévolat		
90. Faire du bénévolat		
91. Faire du bénévolat		
92. Faire du bénévolat		
93. Faire du bénévolat		
94. Faire du bénévolat		
95. Faire du bénévolat		
96. Faire du bénévolat		
97. Faire du bénévolat		
98. Faire du bénévolat		
99. Faire du bénévolat		
100. Faire du bénévolat		

Si oui, précisez : Lectures - Emissions, films - Expositions, visites de musées, conférences - autres

Pour les 2/3 des répondants, leurs connaissances ont été acquises durant l'enseignement secondaire (63,4 %, 78/123). Ils sont 34,1 % (42/123) à déclarer que c'est au cours de leurs études universitaires. Rappelons qu'ils sont 34,1 % à avoir poursuivi des études supérieures scientifiques, ce qui est cohérent avec le fait que 58 % déclarent n'avoir jamais été en contact avec ces connaissances à l'université.

En fait, c'est très largement par des activités personnelles qu'ils disent avoir acquis leurs connaissances : lecture (56,1 %), vidéos et télévision (71,5 %), visite de musées et d'exposition (49,6 %). Les actions de formation continue semblent n'avoir pratiquement aucun impact : 77,2 % ne reconnaissent pas en elles la source de leurs connaissances ! Seuls 8,1 % le disent. On peut aisément en déduire que c'est un sujet d'étude très peu abordé en formation continue, ce qui ne nous surprend pas étant donné son champ limité d'application et sa complexité. Ici aussi, aucune distinction n'est statistiquement significative entre les diverses catégories de sujets. Mais il y a au moins une de nos hypothèses initiales qui semble confirmée !

2.5. Activités en classe

La question se pose maintenant de savoir si la relation au savoir « Évolution des espèces » que nous avons révélée chez les enseignants a une influence sur l'enseignement de cet item inscrit au programme du cycle 3 de l'école primaire française.

Q32 Enseignez-vous à vos élèves, les notions de fossiles et d'évolution des espèces (plusieurs réponses possibles)

Dans ma classe actuelle	Dans une classe antérieure	Dans une autre classe
Non, jamais	Non, mais sujet évoqué à l'occasion	

Q33 Si oui, pour quelles raisons ?

Parmi les enseignants titulaires d'une classe (76 sujets sur 123), 34 % (26/76) des professeurs des écoles de notre échantillon affirment n'avoir jamais enseigné ces notions. En revanche, ils sont 66 % à répondre positivement, que ce soit dans leur classe actuelle ou dans une classe ancienne. Tous les enseignants se sont exprimés (aucune non réponse). Le croisement de cette variable « enseignement/Non enseignement » avec la population d'élèves « favorisé/défavorisé/mixte-populaire » ne révèle aucun lien significatif. Les stagiaires déclarent à 89% (42/47) souhaiter enseigner ce thème à leurs élèves.

Quand on interroge les enseignants titulaires sur les raisons les poussant à faire ou à souhaiter faire cet enseignement (Q33), l'argument le plus souvent invoqué par les enseignants titulaires est de nature institutionnelle, soit parce que c'est au programme (26%), soit parce que c'est en liaison avec l'enseignement de l'histoire (16%). Seulement 9 % évoquent l'intérêt des élèves et moins de 7% l'importance du sujet. Quant aux stagiaires, en premier argument, ils évoquent à 40% (17/42) l'inscription au programme, à 23,8% (10/42) un intérêt personnel pour le sujet et plus de 30% (13/42) estiment que le sujet est important et qu'il faut le traiter dans l'intérêt des élèves.

Q36 Si vous n'enseignez pas ces notions, pouvez-vous indiquer pourquoi ?

Parmi les 34 % de titulaires qui ne l'enseignent pas, les justifications avancées portent sur des organisations pédagogiques particulières à leur école (organisation en cycles, spécialisation d'enseignants), laissant entendre que l'évolution est enseignée par d'autres. Pour les autres, c'est le manque d'intérêt personnel, le manque de matériel et le manque de connaissances sur le sujet qui ressortent. Notons que presque 20 % ne répondent pas à la demande de justification.

Dans les justifications du fait d'enseigner ou non l'évolution, n'apparaissent jamais des raisons que nous pourrions considérer comme extérieures à l'institution. Le fait que cela puisse être un sujet délicat, pouvant choquer certains élèves ou parents, pouvant amener des réactions difficiles à gérer, tout cela n'est jamais évoqué. Ceci constituerait une différence avec l'enseignement secondaire où cette crainte est plus répandue (Picq, 2007b; Aroua, 2001, Asghar & al., 2007). Il en est de même des convictions personnelles des enseignants.

Q34. Si vous enseignez l'évolution des êtres vivants, combien de temps consacrez-vous à ce sujet d'étude ?

Q35. Quels supports utilisez-vous ?

Il apparaît donc que le nombre d'enseignants traitant de cette question est important. Ceci semble, encore une fois, infirmer une opinion largement répandue. Encore faut-il savoir ce que cela signifie : simple allusion ou étude réelle ? Pour cela, nous demandions, aux enseignants titulaires, le temps qui y était consacré (Q34). Si plus de 30 % ne sont pas en mesure de préciser une durée, 12 % y consacrent de 1 à 3 séances, 12 % de 4 à 6 séances et 11 % plus de 6 séances. L'imprécision de la notion de séances ne permet pas d'avoir une réponse précise : à ce niveau scolaire, les séances, dans le jargon professionnel, peuvent durer de 45 à 90 min. Quoi qu'il en soit, on peut noter un éventail assez large du temps consacré, allant d'environ une heure jusqu'à une dizaine d'heures.

Cette diversité semble confirmer une autre de nos hypothèses selon laquelle le flou des instructions officielles ne permet guère aux enseignants de se faire une idée précise de ce que les élèves sont censés apprendre.

En revanche, s'il existe une prescription lisible, c'est bien d'utiliser les fossiles ! Aussi les fossiles sont-ils les supports les plus cités (Q35) pour la mise en œuvre de cet apprentissage (53 %), confirmant ainsi que des prescriptions claires ont plus de chances d'être mises en œuvre. En revanche, notre étude ne permet pas de savoir quels fossiles sont utilisés et, surtout, de quelle façon ils sont utilisés : sont-ils réellement présents dans la classe ? Les élèves les manipulent-ils ? En quoi permettent-ils de construire un premier niveau du concept d'évolution ?

Le recours aux médias est également important (musées, articles de revue, films). Le manuel scolaire reste tout de même la ressource documentaire privilégiée, il est cité par 51 % des enseignants.

Supports utilisés	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 61,08$, ddl = 8, 1-p = >99,99%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. Le tableau est construit sur 76 observations. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre de citations. Ce tableau est construit sur la strate de population 'TitulairesC3' contenant 76 observations et définie par le filtrage suivant : Niv # "Stages".
Fossiles	40	52,6%	
Visites	23	30,3%	
Intervenants	10	13,2%	
Manuels	39	51,3%	
Revue articles	26	34,2%	
Films	31	40,8%	
Internet	3	3,9%	
Autres supports	9	11,8%	
TOTAL OBS.	76		

Tableau 35 : Supports utilisés pour enseigner l'évolution

À nouveau, l'analyse ne fait apparaître aucune différence dans le fait d'enseigner ou non l'évolution des êtres vivants selon la filière d'origine et le niveau de formation initiale. Avoir suivi des études scientifiques longues n'amène pas spécialement les professeurs des écoles à se lancer dans cet enseignement plus volontiers que leurs collègues « non scientifiques ». En effet, si 68 % des « scientifiques » enseignent ou ont enseigné l'évolution, ils sont 65 % chez les « non scientifiques ». Ce résultat va à l'encontre d'une des hypothèses émises plus haut et de certaines explications assez répandues selon lesquelles l'absence de tels enseignements à l'école primaire peut s'expliquer par l'origine majoritairement non scientifique des enseignants. De telles affirmations méritent d'être pour le moins réévaluées.

2.6. Un engagement personnel

Un groupe de questions visait à essayer de cerner l'existence d'engagements particuliers (militanes politique, philosophique, religieuse, ou autre).

Q37 Vous référez-vous à un courant de pensée ?	oui	non		
Q38 Si oui, lequel ?	Philosophique	Politique	Pédagogique	Autre. Préciser
Q39 Si oui, quel est votre degré d'investissement ?	Nul	Occasionnel	Régulier	
Q40 Vous référez-vous à une religion ?	oui	non		
Q41 Si oui, quel est votre degré d'investissement ?	Nul	Occasionnel	Régulier	
Q42 Si oui, quelle religion ?	Christianisme	Catholicisme	Protestantisme	
	Judaïsme	Islam	Autre. Laquelle ?	
Q43 Appartenez-vous à une ou plusieurs associations ?	oui	non		
Q44 Si oui, dans quel domaine ?	Sport	Environnement	Famille	Éducation
	Culture, loisirs	Solidarité	Autre. Laquelle ?	

Les enseignants interrogés affirment à 61 % (46/76) ne se référer à aucun courant de pensée alors que 26 % y font référence (philosophique, politique, pédagogique). Ces enseignants sont très largement sans référence religieuse (76 %, 58/76). De plus, 15 % (11/76) se déclarent croyants (catholiques ou chrétiens sans préciser). Ces divers sous-groupes ne permettent pas de faire émerger des différences de comportement scolaire statistiquement significatives.

D'une certaine façon, ces résultats nous ont intrigués. En effet, une étude réalisée sur les cadres (Bigot & Hatchuel, 2001) et publiée par le CREDOC¹⁶ montre que, de façon générale, 60% des cadres participent à au moins une association contre 41% des actifs. D'autre part, les enseignants sont les cadres les plus fortement syndiqués. Le manque d'engagement social et/ou citoyen, perceptible par exemple, par le très faible nombre de personnes déclarant avoir des activités associatives (moins de 30 %), n'était pas attendu. Mais nous n'avons pas eu les moyens d'éclaircir cette question, faute de pouvoir mener des interviews à grande échelle. Il se peut que les conditions de passation du questionnaire n'aient pas permis de révéler cet aspect du rapport au savoir, touchant les convictions philosophiques, culturelles et religieuses. Les chercheurs étaient identifiés et les 76 enseignants questionnés ont pu se positionner en tant que professionnels, en tant que sujets d'une

¹⁶ Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie

institution, celle dans laquelle ils devaient renseigner cette enquête et non en position de citoyen, hors du cadre scolaire et professionnel ; on aurait ainsi un effet de « *contrat expérimental* », comme évoqué plus haut (Schubauer-Léoni, 1986). Cependant, la question de la laïcité étant centrale dans l'école française, sans doute érigée en loi princeps, il est tout aussi vraisemblable que les réponses données aient été complètement sincères.

2.7. Autres informations

Une dernière série de questions visait à avoir des informations sur la façon dont les enseignants avaient répondu au questionnaire. Nous extrayons celle-ci :

Q45 Vous n'avez pas répondu à certaines questions. Pourquoi ?

Questions trop personnelles	q. peu claires	q. redondantes	q. trop complexes
Impossibilité de répondre en quelques mots	pas de connaissances suffisantes		
Autres (précisez)			

On observe que 57% (43/76) invoquent leur manque de connaissances suffisantes pour expliquer l'absence de réponses à certaines questions. 14% (11/76) déclarent que les questions étaient trop complexes. Inversement, le même nombre déclare qu'il n'était pas possible de répondre en peu de mots, laissant entrevoir une envie de quelques uns pour développer des réponses plus argumentées. Ils ne sont que trois (4%) à déclarer que les questions étaient trop personnelles. Ceci laisserait penser que les autres n'ont pas été gênés par les questions concernant leur engagement personnel. Notons cependant que dix personnes (13%) n'ont pas répondu à cette question, ce qui peut tempérer l'optimisme de l'affirmation précédente.

3. Conclusion : le rapport au savoir « Evolution des êtres vivants » d'enseignants de cycle 3 de l'école primaire

Rappelons pour commencer que les 48 questions ont été regroupées en quatre grandes parties :

- Une première partie permet d'identifier les enseignants (âge/sexe, formation initiale, ancienneté, établissement d'exercice, engagement/croyances) et de qualifier le public testée grâce à des questions fermées ou à choix multiples ;
- Une deuxième doit permettre de faire le point sur l'état de leurs connaissances (à un moment donné, dans un contexte donné) et sur le niveau de formulation de ses connaissances à propos de la notion d'évolution et à propos de la Théorie de l'Évolution, essentiellement à travers huit questions ouvertes ;

- Une troisième partie doit permettre de repérer l'origine des connaissances déclarées par ces enseignants ainsi que d'éventuels liens entre connaissances et formation initiale ;
- La dernière partie s'intéresse à ce qui est éventuellement organisé dans les classes sur ce thème. Des liens pourront être établis entre profil du professeur des écoles, connaissances déclarées et choix didactiques.

A l'issue de l'analyse des questions des trois premières parties, nous proposons de conclure quand aux éléments révélés par notre étude à propos du rapport au savoir « Evolution des espèces » des 123 enseignants interrogés.

Les réponses apportées à notre questionnaire par les enseignants que nous avons sondés font apparaître de grandes tendances. La première est que, très majoritairement (96 %), ils déclarent adhérer à l'idée d'évolution biologique comme moyen d'expliquer les formes actuelles des êtres vivants. Ils sont très nombreux aussi (87 %) à faire référence à l'existence d'une théorie scientifique qui en rend compte. Bien que peu nombreux à avoir suivi des cursus scientifiques, 50 à 60 % d'entre eux sont capables, suivant la question considérée, de fournir des arguments pertinents pour justifier cette adhésion, arguments de type paléontologiques (46 %) et/ou biologiques (37 %). De façon massive (82 %), ils affirment que la théorie de l'évolution est la seule théorie scientifique permettant de rendre compte du sujet de façon cohérente. 67 % d'entre eux affirment aussi qu'aucune approche non scientifique ne le pourrait. 40 % disent connaître l'existence de thèses créationnistes combattant la théorie de l'évolution.

A partir des éléments majoritairement présents dans les réponses des enseignants de notre panel, nous avons réalisé une nouvelle carte conceptuelle (Fig.15). Il a cependant été nécessaire de faire apparaître de nouvelles unités sémantiques pour rendre compte le plus objectivement possible de leurs déclarations. Ici encore, notre souci premier a été la cohérence des unités sémantiques et la position, dans l'espace de la carte, des étiquettes-concept ne traduit pas une hiérarchie. La couleur rouge matérialise les convergences avec la carte initiale tandis que la couleur bleue signale les modifications.

En référence à la carte conceptuelle que nous avons proposée dans le chapitre I, nous pouvons mettre en lumière le niveau de conceptualisation des enseignants constituant notre échantillon. On note dès le premier regard une carte sensiblement allégée : des 40 étiquettes-concept de départ, il n'en reste que 18. Les étiquettes qui subsistent montrent que :

- Le statut de théorie scientifique n'est pas (re)mis en cause par nos sujets mais les enseignants connaissent l'existence de controverses ou de théories plus anciennes qui lui donne sa dimension historique ;

- Sur le plan scientifique, les arguments paléontologiques sont premiers voire uniques dans les explications et argumentations en faveur du concept d'évolution et de la théorie qui la sous-entend ;
- Le lien entre l'environnement et l'évolution des êtres vivants est fréquemment évoqué ;
- Les arguments biologiques de l'évolution sont mis en relation avec la notion d'adaptation des êtres vivants à leur milieu.

Sont majoritairement absents les aspects moléculaires et génétiques qui nécessitent un haut degré d'expertise. Ces éléments de connaissances, indispensables pour comprendre les principaux mécanismes de l'évolution, sont intellectuellement peu accessibles et, de fait, font peu l'objet d'une médiatisation.

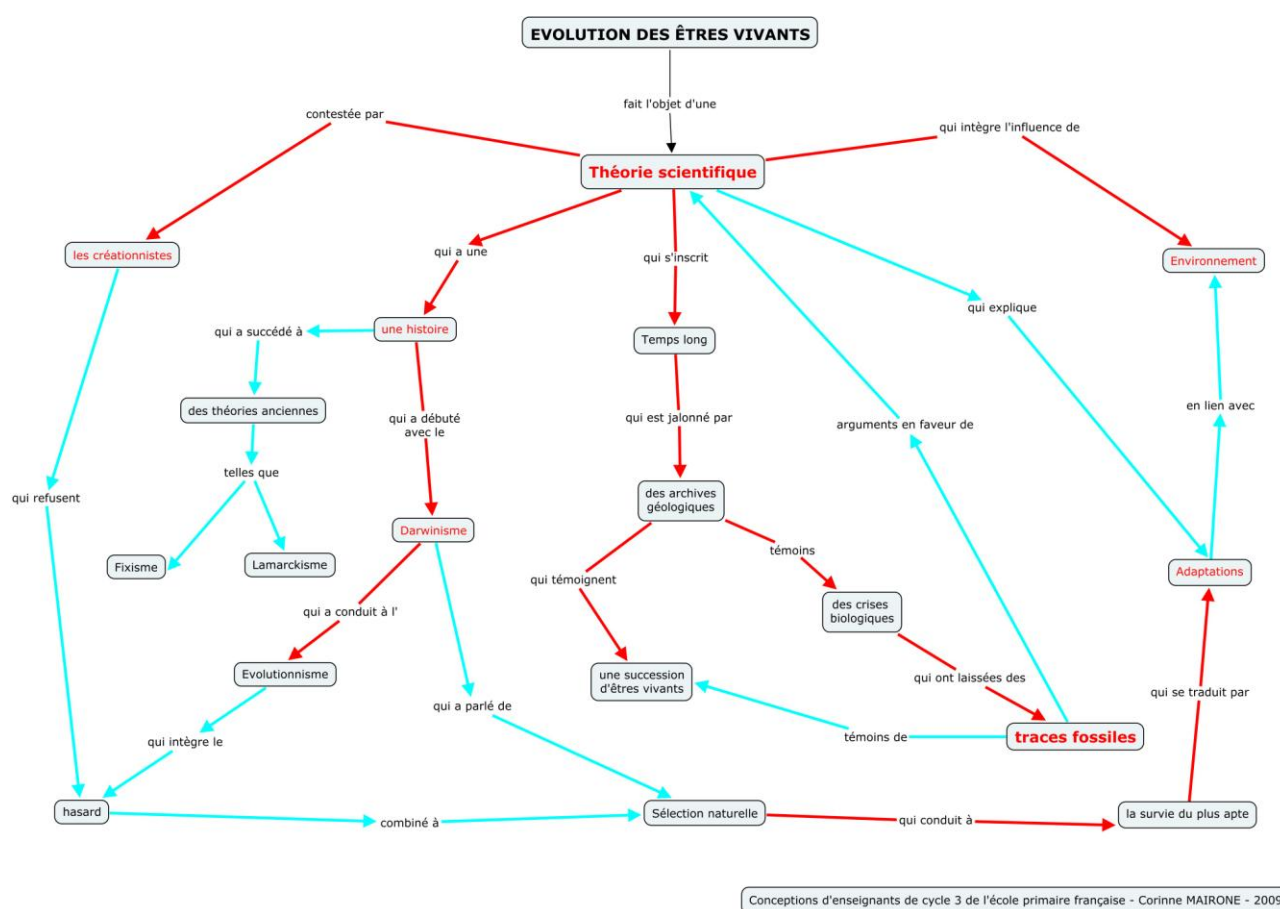


Figure 15 : Une carte conceptuelle des conceptions des enseignants du cycle 3

Deux tiers de notre échantillon déclarent enseigner ou avoir enseigné l'évolution dans une de leurs classes, contredisant ainsi l'idée que cette partie du programme du cycle 3 serait oubliée. Pourtant, plus de la moitié des enseignants questionnés (57 %) estiment que leurs connaissances sont insuffisantes. Ces dernières, ils les ont construites bien sûr durant leur cursus scolaire secondaire (50%), mais surtout grâce aux médias audiovisuels (74 %) et à leurs propres lectures (66

%). Le fait d'enseigner ou non l'évolution ne semble lié à aucune caractéristique particulière prise en compte dans notre étude (niveau de formation, niveau supposé des élèves, ancienneté d'exercice). Notons enfin qu'ils sont très nombreux à déclarer ne se référer à aucune religion (76 %) ni courant de pensée particulier (60 %), seulement 30 % reconnaissant un investissement associatif.

Deux grands groupes peuvent être repérés de cet ensemble, révélant des rapports personnels au savoir *évolution* relativement typés :

- Un premier groupe que l'on pourrait qualifier de « *rapport scientifique* ». Ces sujets, même s'ils ne dominent pas complètement le savoir scientifique, en possèdent une partie suffisante pour pouvoir argumenter. Ils montrent une proximité certaine avec le rapport institutionnel, accepté de façon active grâce à la formation initiale et/ou l'acculturation personnelle ;
- Un deuxième groupe que l'on pourrait qualifier de « *rapport de confiance* ». Ces sujets n'ont pas de connaissances précises et solides sur l'évolution. Mais ils s'y réfèrent sans rechigner car ils font confiance aux *savants* qui l'ont établie. En ce sens, cette confiance n'est pas réductible à une *croyance*. La science apparaît comme offrant des garanties d'authenticité socialement reconnue, alors que les religions relèvent clairement de la foi personnelle.

Ces convergences sont conformes aux résultats montrés par Quessada et al. (2007) dans leurs études où les enseignants français figurent dans un groupe plus acquis aux idées évolutionnistes que ceux d'autres pays. On peut alors penser que, dans la société française actuelle, un large consensus traverse les couches culturelles favorisées auxquelles appartiennent les enseignants. Leur rapport personnel à ce savoir, même s'il n'est pas exempt d'approximations et d'insuffisances, est proche de celui qui vit dans l'institution scientifique. C'est aussi le cas des institutions médiatiques.

Chapitre V : Rapport au savoir « évolution des espèces vivantes » chez des élèves de 10-12 ans de l'école primaire française

Après l'étude conduite sur le rapport au savoir d'enseignants du cycle 3 de l'école primaire (niveaux 3, 4 et 5), nous avons choisi de poursuivre notre étude au niveau des élèves de ce même cycle. En effet, c'est dans le programme officiel du cycle 3 (MEN, 2002) qu'est prescrit un premier enseignement du concept d'évolution. Nous l'avons déjà évoqué, peu d'études se sont intéressées aux élèves de l'école primaire. Cette quasi absence d'études concernant les élèves de l'école primaire vient sûrement du fait que cet item est rarement au programme de ces tranches d'âge (Quessada, 2008).

S'il est avéré que les élèves de l'école primaire n'utilisent pas de système créationniste (Crépin, 2002), on peut s'interroger sur les interactions entre le mode de pensée développé à l'école primaire et ceux présents dans d'autres institutions (familiales, religieuses, etc.) où l'idée créationniste est peut-être encore vivace. La théorie anthropologique didactique (Chevallard, 2003), qui attire l'attention sur le fait que l'on ne peut traiter du rapport au savoir d'un individu *sans spécifier l'institution dans laquelle ce savoir est considéré, nous paraît le cadre approprié* (Mairone & Dupin, 2008). Nous étudierons ainsi l'élève dans l'école où la théorie véhiculée par l'institution est la théorie scientifique, alors que, à l'extérieur de l'école, le même sujet, qui n'est plus alors en position d'élève, peut fréquenter d'autres institutions développant des points de vue contraires.

1. Rappel des hypothèses de recherche

Nous rappelons ici les hypothèses émises au terme de la revue de questions (chapitre III § 4.3.) et dont nous testerons la validité. Les principales hypothèses se déclinent elle-même en sous-hypothèses.

Hypothèse 5 (H5). La société française véhicule largement la pensée évolutionniste. Cette dernière est popularisée à travers les écrits (journaux, magazines, bandes dessinées) et les médias audiovisuels (télévision, cinéma, radio). Dès la fin de l'école primaire, les élèves doivent être imprégnés par cette culture et admettre, même sous une forme approximative et déformée, l'idée d'évolution. Nous pouvons tenter de décliner H1 sous forme de plusieurs sous hypothèses :

- H5.1. Les animaux actuels n'ont pas toujours existé sur la Terre. Ils ont eu des ancêtres qui n'étaient pas les animaux actuels. Certains ont complètement disparu ;
- H5.2. Les Hommes ne sont pas des animaux et ne résultent pas du même processus évolutif ;

- H5.3. Cette vision des élèves s'ancre sur un certain nombre d'éléments de savoirs emblématiques qui sont exhibés par les médias : les hommes préhistoriques, les dinosaures, les mammouths, les fossiles de squelette, les grandes « catastrophes » (collision de météorite, éruptions volcaniques) ;
- H5.4. Cette vision peut être fortement attachée à un certain nombre de lieux communs et d'idées toutes faites : l'homme descend du singe, la lutte pour la vie... ;
- H5.5. La vision de l'évolution comme résultat de modifications survenues de façon hasardeuse et d'adaptation à un milieu, un des fondements de la théorie, doit être absente. Les mécanismes explicatifs produits par les élèves seront plutôt à rechercher vers une vision finaliste, de type lamarckien ;
- H5.6. L'idée d'évolution s'inscrit dans un concept de temps mal maîtrisé.

Hypothèse 6 (H6). Les élèves peuvent appartenir à des groupes sociaux où la vision créationniste reste très présente. Confrontés à deux modèles contradictoires suivant l'institution qui les accueille (la famille, l'école), ils doivent développer des visions composites leur permettant de dépasser les contradictions. Ceci peut prendre plusieurs formes exprimées à travers ces sous hypothèses :

- H6.1. L'évolution concerne les animaux et pas l'Homme. Ce dernier est bien de création divine donc n'a pas changé. Les animaux, considérés comme inférieurs à l'Homme, ont pu apparaître, disparaître, évoluer ;
- H6.2. S'il y a eu évolution, c'est pour passer de l'Homme initial *mal dégrossi* à l'Homme actuel. L'évolution, c'est le progrès. L'Homme actuel est l'aboutissement du dessein divin ;
- H6.3. Avoir suivi une éducation religieuse et avoir suivi à l'école un enseignement sur l'évolution constituent deux éléments repérables dans les attitudes des élèves.

2. Les choix méthodologiques

2.1. Un questionnaire papier-crayon (Annexe 2)

Comme pour les enseignants, nous avons choisi de réaliser cette étude à l'aide d'un questionnaire papier-crayon afin de le soumettre au plus grand nombre d'élèves.

2.1.1. Conception générale du questionnaire

2.1.1.1. Nombre et types de questions posées

Chaque élève doit répondre à 26 questions :

- 14 questions fermées où l'élève doit seulement cocher une ou plusieurs propositions. Ces propositions sont faites en s'appuyant sur nos hypothèses bâties à partir de la littérature et de nos études antérieures ;

Q1. Selon toi, les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? (mets une croix dans la case qui correspond à la réponse avec laquelle tu es d'accord)

Oui ☐ Non ☐

- 12 questions ouvertes complétant une question fermée correspondante. L'élève est ainsi invité à justifier sa réponse. Ceci permet au sujet d'exprimer son point de vue personnel et les raisons l'ayant amené à produire sa réponse antérieure (connaissances, opinions, etc.). Nous pouvons ainsi espérer interpréter les raisons de la réponse à la question fermée correspondante.

Q2. Si tu penses que les animaux n'ont pas toujours existé sur Terre, comment penses-tu qu'ils sont apparus ?

Certaines questions fermées n'appellent qu'une réponse par « *oui* ou *non* » à une affirmation. Une justification est alors demandée dans les deux cas, de façon à conserver une symétrie complète entre les deux formules. Voici un exemple de questions

Q4a: D'après toi, les éléphants ont-ils toujours été les mêmes que maintenant ?

oui non

Q4b : Si tu penses que oui, à quoi leur sert leur trompe ?

Q4c : si tu penses que non, à quoi ressemblaient leurs ancêtres ?

La question Q4b présente peu d'intérêt. Elle ne figure que pour éviter de donner à la réponse « *non* » un statut privilégié pouvant pousser des élèves à la choisir (effets de contrat).

2.1.1.2. Justification des questions posées

Diverses préoccupations ont guidé l'élaboration de ce questionnaire.

- Hommes et animaux : le concept de *vivant* n'étant pas encore établi complètement à ce niveau scolaire, nous nous sommes volontairement restreinte aux espèces animales. Nous avons cependant posé des questions spécifiques concernant *les* animaux en général, *des* animaux en particulier et les Hommes en particulier. Il s'agit de voir si des réponses différentes sont données par certains suivant que l'on parle d'animaux (au sens commun n'incluant pas l'Homme) ou d'Hommes. Dans ce cas, les formulations des questions sont le plus proche possible.

Concerne <i>les animaux</i> en général	Q1	Q2		
Concerne <i>des animaux</i> particuliers	Q3	Q4	Q11	
Concerne <i>l'Homme</i>	Q5	Q6	Q7	
Concerne <i>l'Homme</i> et des <i>animaux</i> particuliers	Q8	Q9	Q10	Q13

De même, pour un élève de cycle 3, le concept d'animal est en cours de structuration. Le terme animal ne s'entend pas ici du point de vue de l'expert mais de celui d'un élève de 10-12 ans : un animal est le plus souvent un être vivant de grande taille et à quatre pattes c'est à dire un vertébré voire un mammifère. On peut y ajouter les fréquentes références aux dinosaures. Cette précision explique la raison pour laquelle nous proposerons une analyse comparée des réponses à ces différentes questions afin de tester la dualité Homme/animal.

Pour compléter cette justification, nous pouvons faire référence aux travaux sur le rapport au vivant d'élèves de l'école primaire (Dell'Angello-Sauvage, 2007). Ils montrent une diversité de rapports au vivant chez des élèves de 10-12 ans et suggèrent une réflexion sur le concept d'animal et sur le rapport à l'animalité. Des études américaines (Dell'Angello-Sauvage, 2007) montrent que l'anthropomorphisme et l'affectif influencent la structuration du concept d'animal chez les jeunes enfants. En effet, *les enfants aiment particulièrement les grands mammifères qui ressemblent aux humains et se comportent comme eux et l'affectif génère une émotion et une sympathie pour une large gamme d'espèces*. D'autre part, le concept d'homme se construit chez le jeune enfant « contre » celui d'animal, qui de ce fait n'est plus amalgamé (Dell'Angello-Sauvage, 2005).

- Connaissances factuelles : certaines questions visent à tester directement des connaissances acquises par les élèves, quelles qu'en soient les sources.

Concerne <i>des animaux particuliers</i>	Q3	Q4	Q11
Concerne <i>des animaux particuliers</i> et l' <i>Homme</i>	Q9	Q10	

- Imagination raisonnée : cette capacité, définie dans le *socle commun de connaissances et compétences*, se manifeste ici par la mise en œuvre d'éléments de raisonnement avec au moins des bribes de rationalité. C'est à travers les réponses aux questions ouvertes que nous pouvons tenter cette évaluation

Q1	Q3	Q4	Q11
----	----	----	-----

- Expressions *toutes faites*, savoir scientifique et Dieu : il s'agit de traiter de la question de l'évolution soit à travers des expressions toutes faites largement répandues (*l'homme descend du*

singe), soit par confrontation directe au modèle scientifique, soit en introduisant une référence explicite à *Dieu*.

<i>Idee toute faite</i>	Q8
Confrontation au modèle scientifique	Q8 Q13
Introduction de <i>Dieu</i>	Q13

La question Q14 doit permettre d'identifier l'origine du savoir déclaré par les élèves sachant que l'école est peu impliquée dans la construction du savoir évolution de façon officielle.

Les questions ont été posées dans un ordre que nous qualifierons de « quelconque » de façon à confronter l'élève plusieurs fois à une même question se présentant sous des formulations différentes (exemple des questions 3 et 11).

2.1.1.3.Importance de la formulation des questions posées

En effet, la forme de la question n'est pas innocente (Johsua & Dupin, 1999). Elle renseigne l'élève sur les attentes de l'adulte et influence la signification attribuée par l'élève à la tâche. Une question introduite par « *Selon toi* », « *D'après toi* », « *Penses-tu que* », « *Essaie de* » sera moins « lourde » qu'une formulation du type « Explique pourquoi ». Cette dernière induit un travail d'interprétation de la part de l'élève qui se sent quelque part « obligé » de dire plus de choses. D'autre part, plusieurs questions sollicitent la compétence d'argumentation en cours de construction à l'école primaire.

2.1.1.4.Un tableau pour récapituler

Le tableau 36 récapitule les choix qui ont guidé l'élaboration du questionnaire papier-crayon destiné aux élèves de cycle 3.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15
Questions fermées								X						X	X
Question entièrement ouverte											X	X			
Question en deux parties : fermée puis ouverte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		
Concerne tous les animaux (dont l'Homme)	X	X											X		
Concerne certains animaux en particulier			X	X							X				
Ne concerne que l'Homme					X	X	X						X		
Concerne l'Homme et des animaux particuliers									X	X					
Concerne l'Homme et le singe								X					X		
Questionne l'idée d'évolution (sans y faire référence directement)	X	X	X	X	X	X	X				X				
Essai d'argumentation	X	X	X	X	X						X		X		
Essai de datation	X				X				X	X					
Essai de description	X	X		X		X									
Nécessite des savoirs particuliers	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Imagination et raisonnement			X	X		X	X				X				
Référence explicite à l'évolution							X				X		X		
Référence à une idée toute faite								X							
Référence explicite à Dieu, à la religion													X		X
Confrontation directe (mais implicite) au modèle scientifique								X			X		X		
Recherche de vocabulaire												X			
Interroge l'origine des connaissances														X	X

Tableau 36 : Un tableau pour récapituler la diversité du questionnaire élève

2.1.2. Contenu du questionnaire

Q1. Selon toi, les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? (mets une croix dans la case qui correspond à la réponse avec laquelle tu es d'accord et réponds à la question qui suit)

- Oui ☐ Etaient-ils les mêmes que maintenant ?
Non ☐ Comment penses-tu qu'ils sont apparus ?

Cette première question tente une première approche de la vision des élèves à propos de la vision création et évolution. Elle porte sur *les animaux*, sans autre précision.

- Si un sujet pense que les animaux ont toujours existé sur Terre (réponse *oui*), cela ne signifie pas qu'il ait une vision fixiste. Aussi, la question Q1b demande de préciser si des changements ont pu exister.
- Si un sujet ne pense pas que les animaux n'ont pas toujours existé sur Terre (réponse *non*), nous l'interrogeons sur ce qu'il pense de leur *apparition* pour tester les approches envisageables (évolution, création, création puis évolution).

Q2. A quoi ressemblaient les premiers animaux ? (mets une croix dans la case qui correspond à la phrase avec laquelle tu es d'accord)

- Ils étaient pareils que maintenant. ☐
Ils étaient différents. ☐ Peux-tu les décrire ?

Cette question renforce la précédente, de façon à essayer d'obtenir des précisions supplémentaires lorsqu'un élève pense que les animaux étaient différents. Elle laisse de côté la question de l'apparition pour se centrer sur l'éventuel changement des animaux, sans parler d'*évolution* de façon à ne pas induire ce type de réponse. L'utilisation de ce terme serait alors spontanée. Cette question permettra également de connaître le degré de maîtrise du concept d'animal par des élèves de cycle 3.

Q3. D'après toi, les girafes ont-elles toujours eu un long cou ?

- Oui ☐ A quoi leur sert-il ?
Non ☐ Comment peux-tu expliquer l'apparition de ce long cou ?

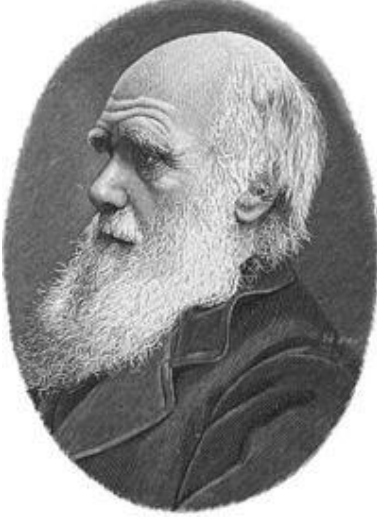
Nous explorons, ici encore, l'idée que les élèves se font de la transformation des animaux au cours du temps, en prenant l'exemple d'un animal particulier. La girafe a été choisie (par opposition à l'éléphant qui viendra dans la question suivante) car ses *ancêtres* sont relativement peu évoqués dans la littérature grand public accessible aux élèves. En revanche, c'est en se référant abondamment à cet animal que Charles Darwin répondra aux nombreuses objections faites à la théorie de la sélection naturelle lors d'une sixième édition de son ouvrage *De l'origine des espèces* (Darwin, 1921) écrite dix ans après la première, après que l'on eut commencé à saisir la nouveauté et les implications de la pensée darwinienne.

Une réponse correcte serait sans doute le fait d'un élève ayant eu accès à un savoir particulier. On peut penser que la majorité des élèves n'aient pas de connaissance particulière à ce propos et devraient soit ne pas répondre, soit répondre en imaginant ce qui leur paraît plausible dans le cadre de ce qu'ils pensent.

- Si l'élève répond *oui*, cela confirme une vision fixiste.
- S'il répond *non*, en analysant ses explications, nous tenterons de comprendre si des mécanismes évolutifs sont présentés ici.

L'argumentation développée par un élève, ayant répondu non, pourra révéler deux conceptions (tableau) :

- ✓ Une conception qui traduit la vision « lamarckienne » de l'évolution ;
- ✓ Une conception plus proche des idées de Darwin.

	
Jean-Baptiste de Monet Chevalier de LAMARCK (1744-1829)	Charles DARWIN (1809-1882)

« La fonction crée l'organe »	La sélection naturelle
L'évolution de la girafe vue par Lamarck : <i>« Cet animal ...vit dans des lieux où la terre, presque toujours aride et sans herbage, l'oblige de brouter le feuillage des arbres ...Il est résulté de cette attitude soutenue depuis longtemps, dans tous les individus, que ses jambes de devant sont devenues plus longues que celles de derrière, et que son col s'est tellement allongé que la girafe, sans se dresser sur les jambes de derrière, élève sa tête et atteint six mètres de hauteur ».</i> <i>Texte d'après J. Gernemont</i> <i>« Les mécanismes de l'évolution », Dunod</i>	L'évolution de la girafe vue par Darwin : <i>« ...Pour la girafe naissante dans la nature, les individus les plus élevés, et capables ainsi de brouter un pousse ou deux plus haut que les autres, ont souvent pu être conservés en temps de famine car ils ont dû parcourir tout le pays à la recherche de nourriture...Les individus de même espèce diffèrent souvent par des longueurs relatives de leurs diverses parties. Ces différences proportionnellement fort légères, dues aux lois de la croissance et de la variation, n'ont ni importance ni la moindre utilité chez la plupart des espèces. Mais en considérant les habitudes probables de la girafe naissante, les choses ont dû se passer autrement, en ce que les individus ayant une ou plusieurs parties plus allongées qu'à l'ordinaire ont dû en général seuls survivre. Leur croisement a produit des descendants soit héritant des mêmes particularités corporelles, soit d'une tendance à varier de la même manière ; tandis que les individus moins favorisés ...auront été plus exposés à périr. »</i> <i>Texte d'après J. Gernemont</i> <i>« Les mécanismes de l'évolution », Dunod</i>

Tableau 37 : L'évolution de la girafe vue par Lamarck et Darwin

Q4. D'après toi, les éléphants ont-ils été toujours les mêmes que maintenant ?

Oui ☐ A quoi leur sert leur trompe ?

Non ☐ A quoi ressemblaient leurs ancêtres ?

La référence à l'éléphant permet de passer dans un domaine vraisemblablement plus familier aux élèves que celui à la girafe. En effet, son *ancêtre le mammoth* est très largement connu et apparaît comme l'animal emblématique de la préhistoire aux yeux du grand public. Les réponses devraient être sensiblement différentes que pour la girafe, s'appuyant sur des savoirs acquis, à l'école comme à travers divers médias. On peut donc s'attendre à ce que majoritairement les élèves pensent que les éléphants n'étaient pas les mêmes que maintenant et que leurs ancêtres ressemblaient aux mammoths.

Q5. D'après toi, les Hommes ont-ils toujours existé sur la Terre ?

Oui ☐ Depuis combien de temps la Terre et les Hommes existent-ils ?

Non ☐ Depuis quand et comment sont-ils apparus ?

Cette question est à étudier en contre point de la question Q1. Elle est centrée sur l'*Homme* (et non sur *les animaux*) en reprenant des termes voisins, mais non identiques, de ceux de la question Q1.

- Si les élèves répondent que les Hommes ont toujours existé, nous leur demandons de préciser s'ils sont *apparus* dès la création de la Terre.
- S'ils répondent *non*, nous leur demandons d'essayer de dater cette apparition et d'en décrire le mécanisme. Il s'agit de tester l'existence de visions évolutives ou créationnistes et de comparer avec ce qui avait été dit pour les animaux.

La rédaction de cette question n'est pas exempte de défaut : en effet, lors des demandes de justifications, en fait deux questions sont chaque fois posées :

- Depuis combien de temps la Terre et les Hommes existent-ils ?
- Depuis quand et comment sont-ils apparus ?

Il est donc vraisemblable qu'une dispersion importante apparaîtra.

Q6. Les tout premiers Hommes ressemblaient-ils aux Hommes d'aujourd'hui ?

Oui ☐ Y a-t-il eu quand même quelque chose qui a changé entre eux et nous ?

Non ☐ A quoi ressemblait l'ancêtre de l'Homme d'aujourd'hui ?

De même que la question Q2 renforce la question Q1 concernant les animaux, nous tentons ici d'approfondir les réponses concernant l'Homme. Les élèves qui pensent que les premiers Hommes ressemblaient à ceux d'aujourd'hui devraient dire que ce qui a changé concerne essentiellement le mode de vie (logement, habillement, nourriture, etc.), toutes choses qu'ils auraient pu voir ou lire à l'école et les médias concernant les hommes préhistoriques. Les élèves qui pensent que les premiers hommes ne ressemblaient pas aux hommes actuels devraient faire largement référence aux singes tant l'image de la filiation singe-homme est banalisée. À travers les expressions utilisées, on pourra essayer de voir si une vision mettant en jeu l'évolution est mobilisée.

Q7. Penses-tu que l'Homme moderne va évoluer dans le futur ? (*mets une croix dans la case avec laquelle tu es d'accord*)

Oui ☐ Alors, comment l'imagines-tu dans 5 millions d'années ?

Non ☐

Cette question introduit pour la première fois le terme *évoluer*. Nous avons pensé que le cheminement dans toutes les questions précédentes avait été assez long pour que les positions des élèves, s'il y en a, aient été bien exprimées. À partir de cette question, nous commençons donc à utiliser les termes savants.

Il est fait volontairement appel à leur imagination. La question plonge les élèves dans le futur de l'humanité de façon à tester s'ils ne pensent *évolution* qu'en référence au passé et non comme un processus long dans le temps, qui a peu de raison de s'arrêter. On peut s'attendre cependant que les élèves qui pensent que *l'homme moderne* va évoluer citeront plus une évolution de leur environnement naturel et technologique, selon les images véhiculées dans le cinéma et les histoires d'anticipation.

Q8. Avec quelle(s) phrase(s) es-tu d'accord ? (mets une croix dans la case qui correspond à la phrase avec laquelle tu es d'accord)

L'Homme descend du singe ☐

L'Homme et le singe sont cousins. Ils ont un ancêtre commun ☐

L'Homme et le singe n'ont rien en commun ☐

Il est ici demandé d'indiquer leur accord avec trois affirmations bien typées. La première reprend une affirmation devenue au cours des temps le *lieu commun* de la forme grand public résumant la théorie de l'évolution. On peut s'attendre à ce qu'elle soit choisie massivement. La deuxième prend une forme plus proche du modèle scientifique. Elle n'apparaît contradictoire à la précédente qu'au prix d'une lecture attentive et d'une compréhension assez fine du texte : ici, l'Homme descend d'un ancêtre commun avec le singe. Choisir cette réponse pourrait être le fait d'élèves ayant une connaissance assez développée de la théorie de l'évolution. Cela ne devrait concerner qu'une infime minorité. La troisième affirmation dénie toute vision basée sur l'évolution. L'expression « *n'ont rien en commun* » est suffisamment vague pour sélectionner les sujets qui seraient choqués par l'idée même d'une parenté. Par exemple, ils ont en commun, ne serait-ce que par leur aspect physique, tant de choses que la plupart des élèves devraient écarter cette affirmation. Elle ne devrait être reprise minoritairement que par des sujets fortement influencés par des idées *créationnistes* établies.

Q9. Les Hommes ont-ils chassé les dinosaures ? (mets une croix dans la case avec laquelle tu es d'accord et réponds à la question qui suit)

Oui ☐ **Avec quelles armes ?**

Non ☐ **Pourquoi ?**

Q10. Les Hommes ont-ils chassé les mammouths ? (mets une croix dans la case avec laquelle tu es d'accord et réponds à la question qui suit)

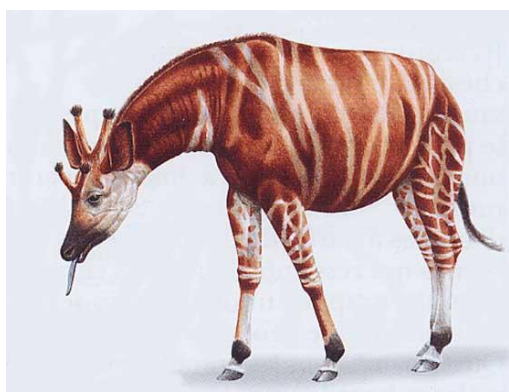
Oui ☐ **Avec quelles armes ?**

Non ☐ **Pourquoi ?**

Ces deux questions sont ici regroupées puisqu'elles ne sont intéressantes qu'en comparant les réponses à chacune d'entre elles. Les dinosaures et les mammouths sont bien des animaux référents de la préhistoire. Situer l'Homme par rapport à eux donne donc des repères datés

quant à l'apparition de l'Homme. L'imagerie grand public actuelle fait rencontrer Homme et mammouths et non les dinosaures. Ce n'était pas le cas dans le passé : films, romans et bandes dessinées ne rechignaient pas à confronter humains et dinosaures. Compte tenu de l'âge des élèves questionnés, il est attendu que, majoritairement, l'Homme soit considéré comme contemporain des mammouths et non des dinosaures.

Q11. De nos jours, la girafe est une espèce qui vit dans les savanes africaines. Les scientifiques pensent que cet animal, le Giraffokeryx, est l'ancêtre de la girafe actuelle. Selon toi, comment peut-on expliquer l'évolution du Giraffokeryx en girafe ?



Il s'agit d'une question au contenu *savant* très poussé, adaptée d'exercice scolaire classique. Le terme *évolution* est introduit pour forcer les élèves à se placer dans ce cadre (voir question Q7). Il est vraisemblable que les non réponses seront nombreuses, sauf si les élèves sont habitués, contrat didactique oblige, à formuler une réponse même s'ils ne sont pas sûrs de sa qualité. Il s'agit de tester si ceux qui répondent se contentent de comparer les deux images, restant dans un registre descriptif, ou s'ils mobilisent un raisonnement, rationnel ou d'autre nature, pour tenter d'expliquer cette évolution. Il est alors possible que les raisonnements de type *lamarkien* soient majoritaires sachant que cette catégorisation est à prendre avec précaution. En effet, Kampourakis et Zogza (2007) montrent que la plupart des étudiants croient que les besoins imposent directement les changements sur le corps des animaux pour survivre dans un environnement donné tandis que Lamarck pense que c'est l'effet de l'utilisation ou de la non-utilisation qui est responsable des modifications de structures et donc des transformations.

Q12. Donne un synonyme ou une définition du mot ÉVOLUTION

Les élèves sont ici interrogés directement sur le sens qu'ils attribuent à ce terme *Évolution*. Nous avons montré, au début du chapitre II, que les définitions du mot Évolution proposées par les dictionnaires actuels et anciens peuvent être éloignées du sens que les sciences biologiques lui attribuent. Une des difficultés que souligne de nombreux auteurs (Fortin, 1993 ; Crépin, 2002 ; Aroua, 2006) vient de la multiplicité de sens que revêt le mot lui-même selon qu'il est utilisé dans le langage courant ou dans une acception scientifique. Crépin (2002) a notamment montré, dans son étude auprès de 7 élèves de l'école primaire, que certains obstacles reposent sur la polysémie du mot et sur la confusion entre le cycle de vie d'un individu et la succession des générations. Nous avons montré que cette confusion se retrouve donc au cœur même de la définition du terme. Nous tenterons de vérifier si nous retrouvons la même confusion.

Q13. Voici trois affirmations. Avec laquelle es-tu d'accord ? (*mets une croix dans la case qui correspond à la phrase avec laquelle tu es d'accord*)

- ✓ **L'Homme, le singe et tous les êtres vivants sont le résultat d'une évolution et cette évolution est entièrement soumise au hasard et à la sélection naturelle.** ☐
- ✓ **Dieu a créé l'Homme séparément des animaux et aucune évolution ne s'est produite depuis. Tous les êtres vivants sont aujourd'hui exactement tels qu'ils étaient lors de leur création.** ☐
- ✓ **Dieu a créé les premiers hommes et les animaux. Depuis, ils se sont transformés pour devenir tels qu'ils sont aujourd'hui.** ☐

Explique pourquoi tu as choisi cette réponse.

La partie fermée de cette question oblige à choisir entre des affirmations contradictoires : la première affirmation est l'expression condensée de la théorie scientifique, la deuxième présente une vision créationniste totale : création et fixisme et la troisième présente une vision mixte, créationnisme puis évolution. Nous forçons donc les élèves à prendre position sur trois visions concurrentes ce qui nous permettra éventuellement de revisiter certaines de

leurs réponses précédentes pour en tester la cohérence. La demande d'explicitation permet de contrôler les raisons invoquées.

14. Indique comment as-tu appris tout ce que tu sais et ce qui t'a permis de répondre à toutes ces questions ? (en cochant une ou plusieurs cases)

- ☐ J'en ai entendu parler dans ma famille
- ☐ Je l'ai lu dans un livre
- ☐ J'en ai entendu parler à la télévision
- ☐ Je l'ai appris à l'école
- ☐ J'en ai parlé avec des copains/copines
- ☐ J'en ai entendu parler lors de la visite d'un musée
- ☐ J'en ai entendu parler par d'autres adultes que ma famille (*précise lesquels*)

Ces deux questions cherchent à connaître l'origine des connaissances déclarées par les élèves. C'est une facette du rapport au savoir que l'on cherche à révéler afin de connaître la position de l'institution scolaire vis à vis d'autres institutions telles que la famille ou les médias.

15. Dis-moi si tu apprends ta religion

- Oui ☐ Avec qui et où ?
- Non ☐

La dernière question interpelle explicitement l'élève sur la question religieuse. Elle doit permettre de révéler une éducation religieuse selon que l'élève répond oui ou non et dans le cas d'une réponse positive, les précisions apportées donneront des informations sur la confession religieuse. Les éléments obtenus seront ensuite croisés avec d'autres réponses afin d'identifier d'éventuels interférences entre institutions, au sens de l'approche anthropologique et de caractériser le rapport au savoir « Evolution des êtres vivants » d'élèves de cycle 3 de l'école primaire française. Nous l'avons volontairement posé en toute fin du questionnaire pour ne pas heurter les élèves en les interrogeant sur une question qui n'est pas du ressort de l'école publique. Nous tablons sur la confiance établie entre les deux parties, chercheur et élèves sondés, pour obtenir le maximum de réponses.

2.2. Choix des classes et conditions de passation

Les douze classes testées dans dix écoles différentes ont été retenues sur la base d'une représentativité de la population d'élèves scolarisés dans les écoles d'une grande ville sans pour autant prétendre à un échantillonnage exhaustif : deux écoles sont des écoles d'application, quatre appartiennent à un réseau d'éducation prioritaire, sept enseignants sur les douze classes sont des femmes. Cinq sont titulaires du CAFIPEMF¹⁷ ce qui représente un indice de compétences professionnelles mais pas forcément disciplinaires).

Ecole - Localisation	Niveau de classe	Effectif total	Effectif filles	Effectif garçons	Remarques
Ecole 1 (13003)	CM1	20	22	19	Ecole d'application PE Maîtres formateurs Femmes REP
	CM2	21			
Ecole 2 (13002)	CM1/CM2	25	14	11	Ecole d'application PE maître formateur Homme REP
Ecole 3 (13012)	CM1	25	20	29	Homme
	CM2	24			Homme
Ecole 4 (13014)	CM2	25	16	9	Homme REP
Ecole 5 (Allauch)	CM2	24	12	12	PE Maître Formateur Femme
Ecole 6 (13003)	CM2	23	11	12	Femme REP
Ecole 7 (13010)	CM2	15	6	9	Femme
Ecole 8 (13012)	CM1	26	9	17	Femme
Ecole 9 (13013)	CM2	29	9	20	PE titulaire du CAFIPEMF Homme
Ecole 10	CM2	23	8	15	Femme

¹⁷ Certificat d'Aptitude aux Fonctions d'Instituteur ou de Professeur des Écoles Maître Formateur

(13011)					
Effectif total	280 dont 83 CM1 et 197 CM2		127 dont 32 CM1 et 95 CM2	153 dont 51 CM1 et 102 CM2	

Tableau 38 : Quelques caractéristiques des classes supports de l'étude

La production du sujet a lieu en salle de classe en présence de l'enseignant et de l'expérimentateur et se déroule sur 30 à 45 minutes. C'est une situation particulière régie par un contrat expérimental et sans but d'enseignement. Pour Schubauer-Léoni (in Johsua & Dupin, 1999), le fait que l'expérimentation se déroule en classe dans son entier ne modifie pas le type de contrat en jeu dans le contexte scolaire institutionnalisé. Par précaution, il a été noté sur le questionnaire et rappelé à l'oral que ce test ne constitue pas une évaluation.

Les élèves n'ont pas lu le questionnaire dans son intégralité mais ils ont eu la possibilité en fin de test de revenir sur leurs réponses pour les compléter ou éventuellement les modifier.

Les questions sont lues à haute voix par la chercheur et les élèves sont invités à répondre ensemble à une même question afin d'éviter un décalage entre des élèves rapides et des élèves plus lents. Il s'agit notamment de s'assurer de la compréhension des termes des questions par l'ensemble des élèves.

Les questionnaires ont été soumis aux 280 élèves entre mai 2007 et mars 2009.

3. Résultats et analyses

3.1. Profil de l'échantillon : les indicateurs

Nous avons recueilli 280 questionnaires renseignés, auprès d'élèves de 9 à 12 ans scolarisés aux niveaux 4 et 5 de l'école primaire : 83/280 (29,6%) en cours moyen 1^{ère} année et 197/280 (70,4%) en cours moyen 2^{ème} année. Ce panel correspond à 12 classes différentes réparties dans 10 écoles. Deux des douze classes de l'échantillon ont fait l'objet d'une étude plus approfondie car elles ont été le support d'observations ultérieures : la classe de CM1 de l'école d'application 1 et la classe de CM1/CM2 de l'école d'application 2.

L'échantillon se compose d'un peu plus de garçons (54,6%) que de filles (45,4%).

Parmi les 280 élèves, 91 ont reçu un enseignement sur la question de l'évolution soit dans l'année en cours soit dans une année antérieure. 48/91 sont des filles (52,7%) et 43/91 sont des garçons (47,2%), différence qui n'apparaît pas comme significative.

D'autre part, sur les 280 sujets, 43,6% (122/280) déclarent recevoir une éducation religieuse dont 39,3% de confession musulmane et 33,6% de confession chrétienne. L'information n'est pas connue pour 18,9% d'entre eux (53/280).

EducRelig	Nb. cit.	Fréq.
oui	122	43,6%
non	105	37,5%
nonconnue	53	18,9%
TOTAL CIT.	280	100%

La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 27,69$, ddl = 2, 1-p = >99,99%.
Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité.

Confessionrel.	Nb. cit.	Fréq.
musulmane	48	39,3%
chrétienne	41	33,6%
juive	3	2,5%
nonconnue	30	24,6%
TOTAL CIT.	122	100%

La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 38,46$, ddl = 3, 1-p = >99,99%.
Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité.
Le tableau est construit sur 280 observations.
Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre de citations.

Tableau 39 : Tableaux à plat « Éducation et confession religieuses déclarées »

Notre échantillon n'a pas la prétention de la représentativité et ne reflète pas la composition confessionnelle de la population de la ville de Marseille. Les informations sur la répartition des religions à Marseille sont lapidaires et les seules accessibles sont données par l'association Marseille Espérance qui regroupe, depuis presque vingt ans, les chefs religieux des principales communautés de Marseille. Selon cette association, Marseille compterait (les chiffres sont forcément approximatifs, car les recensements en France n'incluent pas la variable confessionnelle) 600 000 catholiques, 150 000 à 200 000 musulmans, 80 000 Arméniens, 80 000 juifs, 20 000 protestants, 10 000 orthodoxes et 3 000 bouddhistes¹⁸

Si l'on croise la question religieuse avec l'école d'origine, on note quelques valeurs significatives.

¹⁸ Source : http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/article_imprim.php3?id_article=39997

EducRelig école	oui	non	nonconnue	TOTAL	La dépendance est très significative. $\chi^2 = 119,89$, ddl = 27, 1-p = >99,99%. Attention, 30 (75.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.
Ecole 1	1	0	40	41	
Ecole 2	13	0	12	25	
Ecole 3	18	30	1	49	
Ecole 4	22	3	0	25	
Ecole 5	6	18	0	24	
Ecole 6	22	1	0	23	
Ecole 7	7	8	0	15	
Ecole 8	13	13	0	26	
Ecole 9	10	19	0	29	
Ecole 10	10	13	0	23	
TOTAL	122	105	53	280	

Tableau 40 : Analyse croisée « École X Éducation religieuse »

Confessionnel. école	musulmane	chrétienne	juive	nonconnue	TOTAL	La dépendance est très significative. $\chi^2 = 119,89$, ddl = 27, 1-p = >99,99%. Attention, 30 (75.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.
Ecole 1	1	0	0	0	1	
Ecole 2	13	0	0	0	13	
Ecole 3	1	15	2	0	18	
Ecole 4	12	2	0	8	22	
Ecole 5	0	6	0	0	6	
Ecole 6	16	0	0	6	22	
Ecole 7	1	1	0	5	7	
Ecole 8	2	7	0	4	13	
Ecole 9	2	1	1	6	10	
Ecole 10	0	9	0	1	10	
TOTAL	48	41	3	30	122	

Tableau 41 : Analyse croisée « École X Confession religieuse déclarée »

Remarque : la question religieuse n'a pas été posée aux élèves des écoles 1 et 2. Seuls des éléments de réponse ont permis de qualifier l'existence d'une éducation religieuse et l'appartenance confessionnelle.

Pour conclure sur le profil de notre échantillon, nous pouvons répartir ces écoles en trois catégories sur la base de plusieurs critères :

- les déclarations de l'enseignant en charge de la classe : trois des dix écoles sont caractérisées comme accueillant une population d'élèves plutôt favorisés (3, 5 et 8), quatre une population d'élèves plutôt défavorisés (1, 2, 4, 6 et 9) et cinq une population d'élèves mélangés (7, 9 et 10) ;
- au regard de l'origine culturelle, ethnique et/ou religieuse des familles : renseignements pris auprès des directeurs des différentes écoles, l'école 2 accueille une population d'élèves majoritairement d'origine comorienne. Sur les 22 élèves qui composent la classe de CM1/CM2 testée, 13 (59%) fréquentent l'école coranique entre une et trois heures par semaine. Les écoles 1, 4 et 6 reçoivent majoritairement des élèves dont les familles sont originaires du Maghreb, avec néanmoins un pourcentage d'élèves d'origine mahoraise non négligeable. Les prénoms des élèves est également un indicateur de la culture d'origine ;
- Les réponses des élèves à la question 15.

Q15. Dis-moi si tu apprends ta religion

Oui ☐ Avec qui et où ?
Non ☐

Les écoles 3, 5 et 8 accueillent un public d'élèves plutôt favorisés où sur les 99 élèves, plus de 60% déclarent ne pas recevoir d'éducation religieuse. Les écoles 1, 2, 4 et 6 accueillent un public d'élèves plutôt défavorisés où, sur les 73 élèves, près de 80% déclarent suivre une éducation religieuse. Quant aux écoles 7, 9 et 10, elles sont caractérisées par une mixité sociale et près de 60% des élèves déclarent également ne pas recevoir d'éducation religieuse.

3.2. Analyses des réponses

L'analyse des questionnaires a été réalisée à l'aide du logiciel *Sphinx 2*. Le corpus est constitué de l'ensemble des réponses obtenues au questionnaire pour chaque sujet soit 280 (élèves) x 24 (questions) = 6720 items. Chaque réponse à une question est considérée comme une unité d'analyse et est identifiée comme un item (Fortin, 1993). Pour chaque question, nous analyserons les résultats obtenus au niveau de l'échantillon total (280 sujets) puis nous comparerons différentes strates :

- Strates « enseignement préalable (91 élèves) ou pas d'enseignement préalable (189 élèves) »
- Strates « filles » (127 élèves) ou « garçons » (153 élèves)
- Strates « écoles favorisées » (99 élèves) ou « écoles non favorisées » (181 élèves)
- Strates « filles non favorisées » (86 élèves) ou « garçons non favorisés » (95 élèves)

Nous commencerons par analyser l'échantillon total. Les résultats des autres strates ne seront mentionnés que s'ils révèlent des différences significatives statistiquement. Une comparaison non citée correspond donc à une différence non statistiquement significative entre sous-échantillons.

Q1a : Selon toi, les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? Q1b : Si oui, étaient-ils les mêmes que maintenant ? Q1c : Si non, comment penses-tu qu'ils sont apparus ?	oui	non
---	------------	------------

Seulement trois élèves ne répondent pas à cette question, montrant un très haut taux de conviction. 72,9 % des élèves (204/280) répondent que les animaux ont toujours existé sur Terre (oui à Q1a). Parmi ceux-là, 70% (158/204 ; résultat très significatif : $\chi^2=187,54$, ddl=4, 1-p=99,99%) pensent qu'ils n'étaient pas les mêmes que maintenant (Q1b). Bien qu'aucune argumentation ne leur soit demandée, près de 30% d'entre eux (60/204) éprouve le besoin de le faire. Les arguments cités s'appuient sur la connaissance de l'existence d'animaux disparus (*il y avait des dinosaures e52¹⁹ ; il y avait des ancêtres e73 ; il y a des races qui ont disparu e89*) ainsi que sur l'évocation de la notion d'évolution (*ils ont évolué e63 ; certains ont changé e60*).

26% des élèves (73/280) répondent que les animaux n'ont pas toujours existé. Les élèves qui justifient leur réponse (67/73) se réfèrent à deux types d'arguments :

- un premier argument rationnel issu de savoirs acquis pour 64% (48/67 ; résultat très significatif) tel que la notion d'évolution, de transformation du vivant, de successions, d'ancêtre, de temps long, l'évocation d'un événement (Big Bang, météorite) : *les bactéries ont évolué et on fait les animaux (e11), Car il y a eu la création de la terre puis beaucoup de temps après, des animaux ont commencé à apparaître (e25), Ils sont*

¹⁹ Par convention, nous noterons e52 la réponse donnée par l'élève 52.

apparus grâce au Big Bang (e68), Ils sont apparus il y a longtemps et ont évolué au fil du temps (e104), Car il avait des ancêtres qui ont évolué (e222) ;

- un second argument religieux, le Dieu créateur (8/67) : *car le dieu a fait les animaux de chaque race et puis ils ont eu des petits ou petites (e3), C'est Dieu (Allah) qui les a créé (e28), Je pense que c'est Dieu qui les a fait apparaître (e76).*

En résumé, il apparaît, pour les élèves, que les animaux ont changé au cours du temps qu'ils aient toujours existé sur Terre ou non. On peut donc en déduire que la vision fixiste est finalement peu présente chez ces derniers. La référence spontanée à un Dieu est marginale. Que les élèves aient bénéficié ou non d'un enseignement préalable sur l'évolution n'a aucune influence significative sur les réponses à ces premières questions. D'autre part, les réponses à ces questions sont indépendantes de la qualité du public scolaire, favorisé ou non.

AnxExiTerre Item traité	oui	non	non réponse	TOTAL
non	138	50	1	189
Oui	66	23	2	91
TOTAL	204	73	3	280

La dépendance n'est pas significative. $\chi^2 = 1,63$, ddl = 2, 1-p = 55,76%.

Attention, 2 cases (33.3%) ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 42 : Analyse croisée « Enseignement préalable X Les animaux ont-ils toujours existé sur Terre »

En revanche, il apparaît une différence significative entre filles et garçons : 32% des garçons (49/153) pensent que les animaux n'ont pas toujours existé sur Terre contre 18,9% des filles (24/127).

AnxExiTerre Sexe	oui	non	non réponse	TOTAL
filles	100	24	3	127
garçon	104	49	0	153
TOTAL	204	73	3	280

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 9,31$, ddl = 2, 1-p = 99,05%.

Attention, 2 cas (33.3%) ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 43 : Analyse croisée « Sexe X Les animaux ont-ils toujours existé sur Terre »

Q2a: Les premiers animaux étaient pareils que maintenant (P) ou différents (D) ?

Q2b : Si tu penses qu'ils étaient différents, peux-tu les décrire ?

Cette deuxième question vise à contrôler les résultats précédents. Plus de 90% des élèves (253/280) pensent que les premiers animaux étaient différents de ceux d'aujourd'hui. Parmi ces 253, seuls 61 (20,5%) n'apportent pas d'éléments de description. Pour les 192 réponses obtenues, les éléments de description reposent sur trois idées :

- la citation d'animaux disparus (dinosaures, mammouths) : *Par exemple les mammouths avant existaient mais maintenant non (e83), il y avait des dinosaures, ils étaient grands (e140), Avant les éléphants on les appelait des mammouths avec de grandes cornes (e179),*
- l'évocation de différences tant au niveau de l'aspect que du comportement (plus gros, plus petits, plus méchants) : *certains animaux étaient sans poils et petits et d'autres sont plus gros et plus grands (e88), Ils étaient sauvages (e122) ;*
- l'idée qu'une évolution s'est produite entre « avant et maintenant ». Elle s'appuie sur l'évocation d'un ancêtre ou l'idée d'événements qui s'enchaînent : *Tout cela avait commencé par des poissons qui ont réussi à aller sur terre ensuite ils ont évolué petit à petit (e84) ; Ce sont leurs ancêtres qui étaient différents (e120) ; Le dinosaure est devenue le lézard, le lézard est devenue quelque chose d'autre (e186) ; Ils étaient moins évolués et ça s'est développé d'années en années (e222).*

Ces 192 élèves sont donc en mesure d'envisager une situation antérieure, passée qui sous-entend des changements, des transformations, des disparitions, des évolutions dans l'histoire

de la vie sur Terre. Cette deuxième série de questions confirme bien les résultats de la première.

Que les élèves aient eu ou non un enseignement sur l'évolution des êtres vivants, ils se retrouvent sur le fait que les premiers animaux étaient différents. En revanche, la référence à la notion d'évolution est plus importante chez les élèves ayant étudié l'évolution : ils sont 19/71 (26,7%) à y faire référence. Ceux qui n'ont pas étudié l'évolution ne sont que 19/166 (11,4%) à y faire référence.

Descript°	animaux disparus évoqués	animaux actuels	aspect et comportement évoqués	référence à l'évolution	TOTAL
Item traité					
non	50	6	91	19	166
oui	14	4	34	19	71
TOTAL	64	10	125	38	237

La dépendance est significative. $\chi^2 = 10,20$, ddl = 3, 1-p = 98,31%.

Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalité.

Tableau 44 : Analyse croisée « Enseignement préalable X Description des premiers animaux »

Q3a : D'après toi, les girafes ont-elles toujours eu un long cou ?

Q3b : Si tu penses que oui, à quoi leur sert-il ?

Q3c : Si tu penses que non, comment peux-tu expliquer l'apparition de ce long cou ?

Pour près de 80% des élèves (217/280), la girafe a toujours eu un long cou. Cela semble en contradiction avec les résultats de la question précédente (Q2a) où 253 pensaient que les premiers animaux étaient différents de ceux de maintenant. Vraisemblablement, comme nous pouvions le penser, les élèves n'ont aucun savoir particulier sur la girafe, donc aucune connaissance concernant un éventuel ancêtre. Nous n'avons pas ici les moyens de trancher entre la persistance d'une vision *fixiste* dès que l'on cite un animal inconnu ou une vision de la girafe comme animal *moderne, récent* qui n'a donc pas changé. En effet, quand

on parle des animaux en général, certains ont pu changer, non pas à la suite d'un phénomène d'évolution, mais par disparition d'espèces et apparition de nouvelles.

C'est le lien avec l'alimentation qui est largement retenu par les élèves pour définir son rôle (191/217). Les réponses précisent dans la plupart des cas de façon explicite la « position » de la nourriture (*dans les arbres, la cime des arbres, les plus grands arbres, manger haut, les branches hautes*).

Seuls 61 élèves (21,8%) répondent que la girafe n'a pas toujours eu un long cou. L'argumentation en faveur de l'apparition du long cou est moins riche mais nous notons que certaines formulations ont une « couleur » lamarckienne :

- *Plus la végétation commençait à apparaître, plus leur cou s'étirait (e30)*
- *Car elles avaient un petit cou et mangeaient de l'herbe et quand il n'y a plus d'herbe, elles mangeaient des feuilles d'arbre et peut-être leur cou s'est allongé (e21)*
- *A force de tirer sur son cou pour manger les feuilles des arbres (e92)*
- *Elles ont mangé dans les arbres hauts et se sont étirés sur leur cou (e102)*
- *Car la girafe avait besoin de manger les fruits dans un arbre donc ça leur a tiré le cou jusqu'à en faire un grand et long cou (e106)*
- *A force de vouloir attraper des feuilles hautes dans les grands arbres (e115)*
- *Au début il y avait un petit cou, ils mangeaient de l'herbe mais à force après ils mangeaient les fruits dans les arbres et leur cou a grandi (e140)*
- *A force de vouloir attraper les feuilles des grands arbres (e249)*

D'autre part, près de la moitié de ces élèves (30/61) avance un argument évolutif et certaines réponses envisagent le lien avec une modification de l'environnement de la girafe : *Il n'y a plus d'herbe (e93), Les arbres ont grandi (e95), Le long cou est apparu à force de l'évolution (e155), Avec les années ils ont évolué (e203), C'est une évolution (e229)*.

28,5% des élèves (26/91) ayant suivi un enseignement pensent que les girafes n'ont pas toujours eu un long cou ; ils ne sont que 18,5% (35/189) dans l'autre cas, dépendance analysée comme peu significative. En revanche, une analyse au niveau des écoles laisse apparaître des différences significatives : les écoles 3 et 9 répondent de manière significative que les girafes n'ont pas toujours eu un long cou, respectivement à 44,1% et 44,8%.

école Girafe	Ecole 1	Ecole 2	Ecole 3	Ecole 4	Ecole 5	Ecole 6	Ecole 7	Ecole 8	Ecole 9	Ecole 10	TOTAL
oui	37	22	30	19	20	21	14	21	16	17	217
non	4	2	19	5	4	2	1	5	13	6	61
TOTAL	41	24	49	24	24	23	15	26	29	23	278

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 28,27$, ddl = 9, 1-p = 99,91%.

Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 45 : Analyse croisée « Les girafes ont-elles toujours eu un long cou X École »

Q4a : D'après toi, les éléphants ont-ils toujours été les mêmes que maintenant ?

Q4b : Si tu penses que oui, à quoi leur sert leur trompe ?

Q4c : Si tu penses que non, à quoi ressemblaient leurs ancêtres ?

Comme prévu, les résultats sont sensiblement différents de ceux de la question précédente. Les avis sont très partagés : 44,3% en faveur du oui (124/280) et 55,4% en faveur du non (155/280). L'impact de l'enseignement est faiblement significatif. Parmi les 155 élèves qui ont répondu non, nombreux sont ceux capables d'apporter des éléments de description pertinents à propos de l'ancêtre de l'éléphant : *ils avaient des défenses, ils étaient poilus, ils étaient plus gros*. Le mammouth est cité et/ou décrit dans presque 73% des cas (113/155). Il semblerait que le terme ancêtre n'ait pas posé problème aux élèves étant donné le faible nombre de non-réponses (8/155 soit 5%).

D'autre part, il semble que le fait que l'évolution ait été préalablement traitée n'a pas d'incidence sur la connaissance de l'ancêtre du mammouth. Peut-on en déduire que le mammouth ne constitue pas un exemple pour l'enseignement de la notion d'évolution à l'école primaire ?

Eléphantancêtre	mammoth cité	mammoth décrit	autres éléments de description	TOTAL
Item traité				
non	55	19	41	115
oui	30	9	16	55
TOTAL	85	28	57	170

La dépendance n'est pas significative. $\chi^2 = 0,81$, ddl = 2, 1-p = 33,44%.

Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 46 : Analyse croisée « Enseignement préalable X À quoi ressemblaient l'ancêtre de l'éléphant »

De façon inattendue, le genre fait apparaître une différence très significative entre filles et garçons : elles ne sont que 44,8% (57/127) à penser que les éléphants ont changé au cours des temps, alors qu'ils sont 64,4% (98/152) à le penser.

Eléphant	oui	non	TOTAL
Sexe			
filles	70	57	127
garçon	54	98	152
TOTAL	124	155	279

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 10,76$, ddl = 1, 1-p = 99,90%.

Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités

Tableau 47 : Analyse croisée « Sexe X Les éléphants ont-ils toujours été les mêmes que maintenant »

Quant aux connaissances sur l'ancêtre du mammoth, on ne note aucune différence significative entre les filles et les garçons.

Eléphantancêtre	mammoth cité	mammoth décrit	autres éléments de description	TOTAL
Sexe				
filles	36	8	18	62
garçon	49	20	39	108
TOTAL	85	28	57	170

La dépendance n'est pas significative. $\chi^2 = 2,61$, ddl = 2, 1-p = 72,91%.

Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 48 : Analyse croisée « Sexe X À quoi ressemblaient l'ancêtre de l'éléphant »

Si aucune différence significative n'apparaît suivant que l'on est élève d'une école accueillant des enfants issus de milieux culturellement et socialement favorisés ou non favorisés, une analyse plus fine montre que la différence filles/garçons reste pertinente dans un des deux milieux. En milieu non favorisé, 55,8% des filles pensent que les éléphants ont toujours été les mêmes que maintenant contre seulement 36% des garçons.

Écoles favorisées				Écoles non favorisées			
Eléphant Sexe	oui	non	TOTAL	Eléphant Sexe	oui	non	TOTAL
filles	22	19	41	filles	48	38	86
garçon	20	38	58	garçon	34	60	94
TOTAL	42	57	99	TOTAL	82	98	180
La dépendance est peu significative. $\chi^2 = 3,62$, ddl = 1, 1-p = 94,28%. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. Ce tableau est construit sur la strate de population 'Ecoles favorisées' contenant 99 observations et définie par le filtrage suivant : école Parmi "Ecole 3 ; Ecole 5 ; Ecole 8"				La dépendance est très significative. $\chi^2 = 6,99$, ddl = 1, 1-p = 99,18%. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. Ce tableau est construit sur la strate de population 'Ecoles non favorisées' contenant 181 observations et définie par le filtrage suivant : école Parmi "Ecole 1 ; Ecole 2 ; Ecole 4 ; Ecole 6 ; Ecole 7 ; Ecole 9 ; Ecole 10"			

Tableau 49 : Analyse croisée « Sexe X Les éléphants ont-ils toujours été les mêmes que maintenant » réalisée sur deux strates différentes : écoles « favorisées » et écoles « non favorisées ».

La différence avec les réponses concernant la girafe est flagrante. Le mammouth, en tant qu'ancêtre de l'éléphant, fait partie de la culture d'un grand nombre d'élèves de cycle 3, que l'évolution ait été traitée ou non au cours de la scolarité. On peut y voir là sans doute un savoir qui appartient au référent culturel de notre société. Il est en effet relayé par de nombreux médias hors du champ scolaire et notamment par les éditions pour la jeunesse. Ceci peut d'ailleurs être une explication possible de la différence notée entre filles et garçons. Il est possible que les bandes dessinées et/ou dessins animés ou films regardés par les garçons mettent plus souvent en scène des aventures avec des hommes préhistoriques et des scènes de chasse et de combat.

Q5a : D'après toi, les Hommes ont-ils toujours existé sur la Terre ?

Q5b : Si tu penses que oui, depuis combien de temps la Terre et les Hommes existent-ils ?

Q5c : Si tu penses que non, depuis quand et comment sont-ils apparus ?

64,6% des élèves pensent que l'Homme n'a pas toujours existé sur Terre (181/280 ; différence très significative : $\chi^2=162,22$, $ddl=2$, $1-p=99,99\%$). 32,9% (92/280) répondent le contraire. Rappelons qu'ils étaient 72,9% à penser que les animaux ont toujours existé (voir Q1). S'il y a traitements différents pour les animaux et les Hommes, la différence semble faible. Le fait qu'un enseignement préalable ait eu lieu ou non de même que l'école d'origine n'introduit aucune différence significative. Filles et garçons répondent de la même façon.

Si l'on croise les réponses aux questions Q1 et Q5, on voit que 58 élèves ont répondu qu'animaux et Hommes n'ont pas toujours existé sur Terre (21,3%). Ils sont moins nombreux que ceux qui ont répondu que les animaux ont toujours existé et non les Hommes (122/272, 44,8%)

HommeExiTerre AnxExiTerre	oui	non	TOTAL
oui	78	122	200
non	14	58	72
TOTAL	92	180	272

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 9,05$, $ddl = 1$, $1-p = 99,74\%$.

Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 50 : Analyse croisée « Selon toi, les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? X D'après toi, les Hommes ont-ils toujours existé sur Terre ? »

Sur ces 58 élèves ayant répondu de façon conforme au savoir scientifique pour les animaux et les Hommes, 26/93 viennent des classes favorisées (28% de ces classes) et 32/176 viennent des autres (18% de ces classes). 20/127 sont des filles (15,7%) et 38/153 sont des garçons (24,8%).

Ecoles favorisées				Ecoles non favorisées			
HommeExiTerre	oui	non	TOTAL	HommeExiTerre	oui	non	TOTAL
AnxExiTerre				AnxExiTerre			
oui	20	46	66	oui	58	76	134
non	4	26	30	non	10	32	42
TOTAL	24	72	96	TOTAL	68	108	176
La dépendance est peu significative. $\chi^2 = 3,17$, ddl = 1, 1-p = 92,49%.				La dépendance est significative. $\chi^2 = 5,12$, ddl = 1, 1-p = 97,63%.			
Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.				Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.			
Ce tableau est construit sur la strate de population 'Ecoles favorisées' contenant 99 observations et définie par le filtrage suivant : école Parmi "Ecole 3 ; Ecole 5 ; Ecole 8".				Ce tableau est construit sur la strate de population 'Ecoles non favorisées' contenant 181 observations et définie par le filtrage suivant : école Parmi "Ecole 1 ; Ecole 2 ; Ecole 4 ; Ecole 6 ; Ecole 7 ; Ecole 9 ; Ecole 10".			

Tableau 51 : Analyse croisée « Selon toi, les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? X D'après toi, les Hommes ont-ils toujours existé sur Terre ? » réalisée sur deux strates différentes : écoles « favorisées » et écoles « non favorisées ».

➤ Depuis quand les Hommes sont-ils apparus ?

Dans les réponses à « *depuis combien de temps* (Q5b) ou *depuis quand* (Q5c) », on retrouve un obstacle épistémologique récurrent de l'enseignement de la géologie en général et de l'évolution des êtres vivants en particulier : celui de la structuration du temps (Gouanelle & Schneeberger, 1995 ; Crépin, 2002 ; Mairone, 2004). Notre échantillon ne fait pas exception, ce qui tendrait à rassurer sur sa représentativité ! En effet, 38,8% des élèves ayant répondu non à la question 5a évoquent explicitement cette idée de temps long selon différentes formulations (tableau 52) :

Un pôle indéfini	<i>Très longtemps (e43) ; depuis le début des temps (e45) ; depuis beaucoup de temps (e52)</i>
Des références à des périodes abordées en histoire	<i>Dans les temps de la préhistoire (e17-51-54-60) ; depuis le paléolithique (e164) ; depuis le moyen âge (e140)</i>
Une référence à l'échelle historique	<i>Depuis 1 siècle (e133) ; depuis 2000 ans (e111) ; depuis des siècles (e135)</i>
Une référence à l'échelle géologique	<i>Depuis 80 millions d'années (e32) ; 5 milliards d'années (e142) ; 4 millions d'années (e65)</i>
Une référence à un évènement majeur de l'histoire de la vie	<i>Quand les dinosaures sont morts (e88) ; après la disparition des dinosaures (e162)</i>

Tableau 52 : Des exemples de formulation d'élèves à la question « Depuis quand les Hommes sont-ils apparus sur terre ? »

- Comment les Hommes sont-ils apparus ?

Les élèves ayant répondu non à la question (181/280) doivent proposer un « mécanisme » d'apparition de l'Homme sur Terre. 76 sur 181 (41,9%) ne répondent pas à cette question. Une des hypothèses pouvant expliquer ce nombre élevé de non-réponses est peut-être lié au fait que la question posée (Q5c) est double comme nous l'avons relevé précédemment.

Les réponses effectives (105/181) font référence

- A l'idée d'évolution plus ou moins explicitement (22/105) : *ils se sont modifiés peu à peu (e84) ; grâce à l'évolution (e9) ; il y a eu des changements génétiques (e93) ; ils sont apparus en évoluant des bactéries aux Hommes (e95) ; ils se sont développés (e104) ;*
- A l'évolution du singe (59/105) : *il y a eu les singes qui se sont transformés en homme (e88) ; grâce à l'évolution des singes (e99) ; grâce au singe (e40) ; ils descendent du singe (e134) ;*
- A Dieu, à la religion (9/105).

Notons encore le faible nombre d'élèves faisant référence spontanément à la religion (9). Ceci est à rapprocher avec les 8 apparus en Q1, même question concernant les animaux :

parmi eux, 4 maintiennent la référence religieuse (e3, e28, e29, e77), les 4 autres ne répondant pas. En revanche, parmi les 5 nouveaux faisant référence spontanément à Dieu, seuls deux ont répondu de façon contradictoire (e255 et e266) en convoquant un phénomène évolutif pour expliquer l'apparition des animaux et Dieu pour expliquer celle de l'Homme.

Q6a : Les tout premiers Hommes ressemblaient-ils aux Hommes d'aujourd'hui ?

Q6b : Si tu penses que oui, y a-t-il eu quelque chose qui a changé entre eux et nous ?

Q6c : Si tu penses que non, à quoi ressemblait l'ancêtre de l'Homme d'aujourd'hui ?

Si 86,8% des élèves (243/280) déclarent que les tout premiers hommes ne ressemblaient pas aux hommes d'aujourd'hui, ils sont 31 (11,1%) à répondre qu'ils ressemblaient aux Hommes d'aujourd'hui. Seuls 6 ne répondent pas. Aucune différence significative n'apparaît entre les quatre catégories étudiées.

Pour justifier cette réponse, on leur demande de décrire l'ancêtre de l'homme actuel. 152 sur 243 (63%) font explicitement référence au singe : *avant, ils ressemblaient à des singes (e5), Il ressemblait à des singes ensuite ils ont évolué en humain (e58), Ils ressemblaient à des grands singes (e84), Ils ressemblaient fortement à des singes (e105)*. 39 sur 243 décrivent cet ancêtre : *ils étaient beaucoup plus poilus et le dos était plus courbé (e161); leur cerveau n'était pas très évolué (e65); ils étaient tout nu avec la peau noire (e67) ; ils étaient poilus, recroquevillés et petits (e80)*. 25 font explicitement référence à la préhistoire : *c'était des hommes préhistoriques (e20) ; c'est le moment de la préhistoire où il y a eu Lucy (e60) ; ils ressemblaient à des hommes préhistoriques (e135)*. 23 évoquent des traits de comportement ou le mode de vie : *ils étaient sauvages (e124), ils vivaient dans des grottes, ils chassaient (e25), ils poussaient des cris (e160), ils s'habillaient avec des peaux (e247), ils étaient carnivores (e8), c'était des tribus, ils vivaient pas comme nous et ils habitaient dans des tentes (e191), Ils s'habillaient avec des peaux, pas d'électricité (e247)*.

Q7a : Penses-tu que l'Homme moderne va évoluer dans le futur ?

Q7b : Si tu penses que oui, comment l'imagines-tu dans 5 millions d'années ?

Les avis sont très partagés : 42,5% (119/280) répondent que l'Homme va évoluer ; 53,9% (151/280) pensent le contraire. Aucune différence significative ne peut être mise en évidence entre catégories. Sur 119 élèves qui envisagent une évolution, 30 envisagent un

changement d'aspect physique : *Plus beau qu'aujourd'hui* (e62), *Déjà ils pourront vivre plus longtemps, leur taille évoluera* (e81), *Plus jolis* (e97), *Plus grand* (e99), *L'homme aura plus de neurones, moins de dents et un crâne plus gros* (e104), *Ils seront plus parfaits et plus intelligents* (e159), *Avec des poils* (e183).

On retrouve, dans les réponses de certains élèves, les confusions précédemment évoquées liées à la polysémie du terme évolution. Une première confusion intervient entre évolution et cycle de vie : *ils seront vieux* (e45), *il sera peut-être mort* (e60), *Ils seront tout vieux tout ridés ils ne pourront plus marcher* (e135). C'est un point que Crépin (2002) a discuté dans son étude et que nous avons posé comme un obstacle à l'apprentissage de la notion d'évolution. Une seconde apparaît confusion entre évolution et progrès. En effet, 41/119 (34,4%) évoquent des changements au niveau technologique : *Il y aura des voitures volantes, on pourra aller dans l'espace en 5 minutes, on pourra aller sur des planètes, se combattre dans l'espace* (e32), *Tous riches avec de belles voitures et une belle maison* (e59), *Les voitures voleront il y aura beaucoup de progrès techniques* (e76), *Les voitures voleront, on aura fabriqué des engins qui iront à la vitesse de la lumière, on saura s'il y a des aliens dans l'univers, on l'aura conquis* (e95), *Avec des voitures et de gigantesques immeubles vitrés* (e102), *Très intelligent plus d'inventions et de machines nouvelles* (e139).

D'autre part, quatre élèves évoquent l'influence de l'homme sur la planète et l'éventualité d'une disparition ou de la planète ou de l'espèce humaine : *il n'y aura plus d'homme à cause du réchauffement* (e100) ; *la Terre aura disparu avec la pollution* (e30). On peut s'étonner de l'extrême faiblesse numérique de cette catégorie : la popularité des thèmes écologiques, de la dégradation de l'environnement, des films « catastrophes » ne semble pas entraîner chez les enfants une angoisse sur l'avenir de l'humanité.

Ils sont tout de même nombreux (53,9%) à répondre que l'*Homme moderne* ne va pas évoluer. Même si c'est difficile à interpréter, on a peut-être là un indice montrant que l'Homme moderne est vu par ces élèves comme un aboutissement, une perfection qui n'a plus de raison de changer.

Q8 : Avec quelle phrase es-tu d'accord ?

a. l'Homme descend du singe.

b. l'Homme et le singe sont cousins. Ils ont un ancêtre commun.

c. L'homme et le singe n'ont rien en commun.

Alors que nous pensions les réponses exclusives, certains élèves ont coché plusieurs réponses.

Choix	a	b	a+b	c	a+c	b+c
Effectif	124	44	64	19	9	8
	232					

Tableau 53 : Répartition des réponses des élèves à la question 8

A cette question, 187 élèves apportent une réponse unique (a, b ou c) alors que 81 cochent 2 réponses (a+b ou a+c ou b+c). Seuls 7 sujets ne répondent pas. 124 élèves (44,2%) cochent uniquement la réponse « *L'Homme descend du singe* » et 44 sont d'accord avec l'affirmation « *L'Homme et le singe sont cousins. Ils ont un ancêtre commun* » (15,7%). La réponse a+b choisie par 22,8% ne nous semble pas être l'expression d'une contradiction. Elle relève plutôt d'une hésitation quant à l'interprétation des termes *descend*, *cousins*, *ancêtres communs* mêlant langage commun et langage scientifique. Nous pensons légitime de regrouper ces trois types de réponses établissant un lien entre l'Homme et le singe : 232 élèves sur 273 (près de 85 %) établissent un lien entre l'Homme et le singe.

Rappelons que, dans la question Q6, 157 élèves ont déclaré que les premiers hommes étaient différents de l'Homme moderne. 99 d'entre eux ont fait référence spontanément au singe. L'utilisation de la formule « *l'Homme descend du singe* », largement répandue dans le public a donc amené une nette croissance de la référence au singe.

Ceux qui refusent l'idée d'une proximité entre Homme et singe sont finalement très peu nombreux (19/280, 3,2%). Les réponses a+c et b+c semblent plus contradictoires et difficiles à interpréter. Elles concernent 17 élèves. D'autre part, aucune différence significative n'apparaît entre les différentes catégories.

Q9a : Les Hommes ont-ils chassé les dinosaures ?

Q9b : Si tu penses que oui, avec quelles armes ?

Q9c : Si tu penses que non, pourquoi ?

Q10a : Les Hommes ont-ils chassé les mammouths ?

Q10b : Si tu penses que oui, avec quelles armes ?

Q10c : Si tu penses que non, pourquoi ?

Mis à part pour un élève, l'existence des dinosaures sur Terre n'est pas remise en cause. 81,1% (227/280) pensent que l'Homme n'a pas chassé les dinosaures et 15,7% qu'il l'a chassé. Neuf élèves ne répondent pas.

217 élèves sur 227 ayant répondu négativement à Q9a apportent des éléments de justification. Pour 190 d'entre eux, ces éléments sont jugés pertinents :

- ✓ 168 évoquent le fait que Hommes et Dinosaures n'ont pas cohabité : *Les hommes n'existaient pas dans les temps des dinosaures (e4) ; A l'époque, ça n'existait pas (e34) ; Parce que quand il y avait les dinosaures, les hommes n'existaient pas (e70) ; Les hommes n'étaient pas à l'époque des dinosaures (e100) ; Parce que les dinosaures ont disparu avant les hommes (e145) ;*
- ✓ Un certain nombre (22 sur 217) précise les causes possibles de la disparition des dinosaures : *Les dinosaures sont morts à cause des éruptions volcaniques (e21) ; C'est une comète qui est tombé sur eux (e35) ; Les dinosaures sont morts de météorite qui s'est écrasée (e106) ; Parce que les dinosaures sont morts à cause de la chaleur (e112) ; Parce qu'il y a eu un tremblement de terre (e136) ;*
- ✓ Un petit nombre d'élèves proposent une double justification : *Les dinosaures vivaient avant les hommes. Ils sont morts à cause d'une roche de feu qui vient de l'espace (e177) ; Car il y avait une météorite qui est descendu et les dinosaures ont disparu (e132).*

Un petit nombre d'élèves (37/237) s'appuie sur un argument non pertinent qui suggère une contemporanéité entre les hommes et les dinosaures : *Ils ont peur des dinosaures (e51) ; Ils sont plus forts qu'eux (e66) ; Les dinosaures sont plus costauds (e73) ; Les dinosaures étaient plus gros que les hommes (e44) ; Ils sont trop gros (e19).*

En revanche, 77,1% des élèves (216/280) déclarent que l'Homme a pu chasser les mammouths, confirmant ainsi la large diffusion de ces images *typiques* de la préhistoire dans la littérature de jeunesse. Parmi les 53 qui répondent non (18,9%), quelques uns n'apportent aucune justification, d'autres ne remettent pas en cause la présence simultanée sur Terre des hommes et des mammouths mais se réfèrent à des raisons « techniques » : *Parce qu'ils n'avaient pas d'armes qui tuaient les mammouths (e58)* ; *Parce que les mammouths étaient trop turbulents (e73)* ; 14 suggèrent une non cohabitation entre les mammouths et les hommes à l'instar du cas hommes/dinosaures de la question précédente : *Parce que les hommes n'existaient pas à cette époque (e67)* ; *Parce qu'ils étaient en voie de disparition (e103)* ; *Les hommes n'existaient toujours pas (e118)*.

Si aucune différence n'apparaît entre filles et garçons à propos des dinosaures, 29,6% des filles (35/118) pensent que les Hommes n'ont pu chasser les mammouths alors qu'ils ne sont que 12,5% chez les garçons (19/151).

Hom Mam th	oui	non	TOTAL	La dépendance est très significative. $\chi^2 = 13,18$, ddl = 1, 1-p = 99,97%. Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.
Sexe				
filles	83	35	118	
garçon	133	18	151	
TOTAL	216	53	269	

Tableau 54 : Analyse croisée « Sexe X Les hommes ont-ils chassé les mammouths ? »

Q11 : Explique l'expression SELECTION NATURELLE

Remarque : seuls les questionnaires 1 à 41 ont eu cette question

Cet item n'a été proposé qu'aux 41 premiers élèves. Il a été ensuite abandonné étant donné le très peu de réponses obtenu (13/41). Parmi ces 13 réponses, aucun élément n'est à retenir de façon significative. L'échec de cette question n'est finalement pas une grande surprise au regard du jeune âge de ces élèves.

Nouvelle Q11 (à partir du questionnaire 42) : De nos jours, la girafe est une espèce qui vit dans les savanes africaines. Les scientifiques pensent que cet animal, le Giraffokeryx (photo 1), est l'ancêtre de la girafe actuelle (photo 2). Selon toi, comment peut-on expliquer l'évolution du Giraffokeryx en girafe ?

61 élèves sur 280 (21,7%) ne répondent pas à la question posée, de façon très significative, les élèves des écoles non favorisées y répondent encore moins (24,3% soit 44/181) confirmant ainsi que cette question est difficile à traiter. Parmi les 219 réponses obtenues, il est possible de distinguer 2 registres. Le même registre concerne des réponses qui se limitent à la description, la comparaison des 2 images proposées (41 sur 219 soit 18,7%) : *Leur cou est plus petit et ils n'ont pas la même couleur (e67), L'évolution est que le cou a énormément poussé et les rayures se sont transformées en grosses tâches (e81), Le giraffokeryx a un plus petit cou que la girafe et est plus gros (e97) ;*

Le second registre est relatif aux réponses qui tentent une explication (plus de 80%). Des réponses font explicitement référence à l'évolution sans plus de précision (37/219 soit 16,8%): *ils ont grandi comme ça, comme nous, on était des singes après on a évolué comme eux (e58) ; pendant le temps, le giraffokeryx a évolué (e88) ; comme tout a évolué aujourd'hui, la girafe avant était plus petite qu'aujourd'hui, son cou a été rallongé et ses jambes aussi (e100) ; Le G. a grandi, son cou l'a fait aussi. C'est comme ça qu'il a évolué (e103) ; Leur cou a évolué pendant des milliards d'années (e116) ; A cause de l'évolution (e163). 27,8% des élèves (61/219) proposent une explication en référence aux causes du changement : *A force de vouloir atteindre les arbres, son cou s'est agrandi de plus en plus (e160) ; Il s'entraînait à manger les herbes des grands arbres, il a grandi tout seul (e139) ; Car ils faisaient que s'étirer pour manger ce qu'il y a dans l'arbre (e118) ; Elle voulait manger les feuilles des arbres mais le cou et le reste s'est agrandi puisqu'elle tirait dessus(e92) ; Pour mieux attraper les branches (e70). 10,9% des élèves (24/219) répondent en proposant un mécanisme explicatif du changement le plus souvent en lien avec la croissance : *Il a grandi comme nous nous grandissons (e82) ; Que le cou s'est agrandi et que les pattes aussi (e108) ; Les giraffokeryx sont les bébés des girafes (e123) ; Quand elle a grandi, son cou grandit et peut-être plus maintenant (e150).***

Parmi les autres réponses, quelques-unes ont retenu notre attention : *Le giraffokeryx a passé le rôle à la girafe (e165) ; La transformation est scientifique (e147) ; Non je ne peux pas puisque je pense que la girafe n'a pas d'ancêtre et, si elle en a un, c'est avec un long cou (e151) ; Comme nous Dieu les a fait évoluer (e162).*

Les différentes analyses croisées révèlent peu de différences significatives entre les différentes catégories définies (rappelons que, pour cette question, seuls 146 élèves sont concernés). Sur les 61 élèves qui ne répondent pas, 21 appartiennent à la même classe (École

2). Cette question arrive vers la fin du questionnaire. Selon les classes, il est demandé aux élèves d'être concentrés depuis une demi-heure et face à une question difficile tant dans la lecture que dans la réponse à fournir des élèves abandonnent et préfèrent ne pas répondre. Le rôle de la chercheuse aidée de l'enseignant(e) a été d'encourager les élèves à répondre malgré la fatigue et la lassitude. Ce qui n'a pas été fait avec les élèves de l'école 2, les premiers à qui cette question a été proposée.

Q12 : Donne un synonyme ou une définition du mot ÉVOLUTION.
--

Parmi les 280 élèves, 55 ne répondent pas à la question (non-réponse, tautologie ou confusion de terme). 109 élèves sur 225 (48,4%) assimilent le terme Évolution à l'idée de transformation, de changement, 12% à celle d'amélioration (27), de progrès et plus de 25,3% à celle de croissance (57). Ce dernier type de réponses montre que le fait que les jeunes générations soient plus grandes que les générations précédentes diffusent dans la population, y compris chez les très jeunes élèves du primaire. C'est interprété comme un fait d'*évolution* et non comme dû au changement des modes de nourriture et de vie, confusion d'ailleurs bien présente dans les médias.

Les catégories définies par Crépin (2002) se montrent efficaces pour classer les réponses. Le tableau 55 donne une idée du contenu de ces réponses.

Point de vue	Conceptions sous-jacentes	Exemples de formulation d'élèves
Point de vue spécifique, générationnel	Evoluer c'est donner vie à d'autres êtres vivants. Les êtres vivants se succèdent et se remplacent, voire se transforment.	<i>Cela veut dire que l'on a évolué. Par exemple, les singes ont évolué en homme (e32).</i> <i>Evoluer c'est changer d'apparence (e58).</i> <i>Ca veut que s'il est un singe et après il devient un homme il évolue (e129).</i> <i>C'est se transformer en un autre animal (e180).</i>
	Evoluer c'est s'améliorer, progresser.	<i>C'est changer, devenir meilleur (e25).</i> <i>Se transformer, être plus grand (e162).</i> <i>Ça veut dire qu'on est plus intelligent (e3).</i>
Point de vue individuel		<i>C'est un mot qu'on prononce pour dire que quelqu'un a fait des efforts (e170).</i>
	Evoluer, c'est changer de forme au cours de la vie de l'individu.	<i>Grandir (e9, e36, e57).</i> <i>Croissance (e85, e113).</i>

Tableau 55 : Des formulations d'élèves pour illustrer les différents points de vue, spécifique ou générationnel

Les réponses de notre échantillon de 280 sujets confirment et renforcent l'analyse de Crépin réalisée sur 7 élèves et on retrouve ici les obstacles caractéristiques à l'apprentissage du concept d'évolution telle que la confusion fréquente entre « cycle de vie d'un individu » et « succession des générations ».

L'analyse croisée ne montre pas de résultats significatifs des classes ayant reçu un enseignement préalable sur l'évolution, contrairement à ce que l'on aurait pu penser. Cela nous interpelle sur la nature de l'enseignement délivré. Nous y reviendrons. De même, on ne relève aucune différence significative entre les deux strates « écoles favorisées » (99 élèves) ou « écoles non favorisées » (181 élèves). En revanche, le nombre de non réponses est à nouveau significatif pour l'école 2. Nombre de ces élèves n'ont pas répondu à la question

précédente. Peut-être est-ce dû à la longueur du questionnaire et à la difficulté de ces 2 questions ?

Q13a : Voici 3 affirmations : avec laquelle es-tu d'accord ?

A. L'Homme, le singe et tous les êtres vivants sont le résultat d'une évolution et cette évolution est entièrement soumise au hasard et à la sélection naturelle.

B. Dieu a créé l'Homme séparément des animaux et aucune évolution ne s'est produite depuis. Tous les êtres vivants sont aujourd'hui exactement tels qu'ils étaient lors de leur création.

C. Dieu a créé les premiers hommes et les animaux. Depuis, ils se sont transformés pour devenir tels qu'ils sont aujourd'hui.

Q13b : Explique pourquoi tu as choisi cette réponse.

Pour des raisons techniques, seuls 239 questionnaires ont pu être traités. En effet, le questionnaire proposé aux élèves de l'école 1 ne comportait que deux affirmations au lieu de trois, les affirmations A (seulement évolution) et B (seulement création). Ces résultats ne peuvent donc être traités de la même façon que ceux des 9 autres classes.

Sur ces 239 questionnaires, seuls 6 élèves n'ont pas répondu. Plus de la moitié (142/233, 63,9%, différence très significative) se prononcent en faveur de l'affirmation C. Le tableau 56 détaille les résultats obtenus :

Nature de la réponse	A	B	C	A + B	A + C	B + C
Nombre de réponses (N = 233)	78	14	127	1	10	3

Tableau 56 : Répartition des réponses des élèves à la question 13a

Plus de la moitié (140/239, 58,5%, différence très significative) se prononcent en faveur de l'affirmation C. A partir de l'analyse des 239 questionnaires, nous avons repéré six catégories de réponse :

- L'élève ne répond pas ou déclarent ne pas savoir ;

- L'élève répond mais sans pour autant justifier son choix de façon pertinente. On relève de fréquentes tautologies ou le recours à l'évidence : *parce que c'est vrai (e74), j'ai choisi celle-là parce que je crois que ça s'est fait comme ça (e149), parce qu'ils ont évolué (e182), parce que c'est la réalité (e202) ;*
- L'élève répond en se référant à un tiers ou à une institution : *je l'ai appris dans un cours coranique (e28), je suis musulman et tous les musulmans savent que Dieu nous a créé (e29), parce qu'il y a des livres qui disent ça et il paraît que c'est écrit dans la Bible (e39), je l'ai entendu à la maison (e43), je l'ai appris à l'école (e52), je l'ai lu dans un livre de la préhistoire (e60), je pense que la première est juste mais à l'église, on dit que c'est Dieu qui a créé l'Homme (e69), parce que mes parents me l'ont dit (e77), parce que je ne suis pas croyante et je l'ai appris à l'école (e99), parce que j'ai vu un film aux gorges du Verdon (e131), car on me l'a dit (e211), parce que je l'ai appris l'année dernière (e243), je fais du catéchisme (e272) ;*

Les trois catégories suivantes caractérisent le niveau d'argumentation le plus élevé :

- L'élève argumente en se référant explicitement à un Dieu créateur : *parce que Dieu les a créés (e44), je crois en Dieu et je trouve que c'est une belle histoire et que c'est bien d'y croire (e104), parce que c'est Dieu, il nous a créés à nous les hommes et aux animaux (e127), parce que je suis croyant en Dieu et c'est lui qui nous a créés comme on est (e139), car je crois en Dieu, Allah (e180), Dieu a créé Adam et Eve, ils ont fait des bébés (e190), car je crois en Dieu et c'est ce qui s'est passé en vrai avec Adam (e274) ;*
- L'élève argumente en niant l'existence d'un dieu créateur : *je ne crois pas en Dieu (e85), parce que je ne pense pas que Dieu existe (e112), car les autres disent que c'est Dieu qui a créé et je ne suis pas d'accord, c'est la nature qui a créé (e160), car ce n'est pas Dieu qui a créé les hommes c'est les petits genres de microbes (e203), je crois plus en la science qu'en Dieu (e268) ;*
- L'élève argumente son choix en se référant à l'évolution du vivant et notamment aux notions de changement et d'ancêtre : *parce que les hommes étaient des singes et grâce à la reproduction, ça a évolué (e32), il y a beaucoup d'animaux qui ne sont plus et des nouveaux qui sont apparus (e41), parce que toutes les espèces évoluent (e65), parce que les hommes ressemblaient à des singes (e72), car le Big Bang est arrivé par hasard et la vie a commencé par hasard (e76), parce que avant il n'y avait rien sur Terre (e116), parce que on ne ressemble pas au singe maintenant (e138), j'ai choisi cette réponse car l'homme vient du singe (e146), parce que depuis les hommes et les*

animaux ont changé (e181), j'ai choisi cette réponse car les singes étaient nos ancêtres (e216), parce que les premiers organismes ont évolué pour donner des animaux (e251), les scientifiques l'ont prouvé, ils ont relevé des indices et ont su que cela s'est déroulé ainsi (e276).

Sur l'ensemble des réponses, on note que l'argument évolutif est significativement avancé par les élèves mais on ne relève aucun lien significatif avec un enseignement préalable.

choix	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 26,00$, ddl = 6, 1-p = 99,98%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. Le nombre de citations est supérieur au nombre d'observations du fait de réponses multiples (3 au maximum)
Non réponse	48	17,1%	
Pas d'arguments pertinents	43	15,4%	
Choix en référence à un tiers, une institution	48	17,1%	
Référence à Dieu créateur	63	22,5%	
Deni d'un Dieu créateur	25	8,9%	
Arguments "évolutifs"	71	25,4%	
TOTAL OBS.	280		

Tableau 57 : Nature et répartition des arguments exprimés à la question 13b.

choix	Non réponse	Pas d'arguments pertinents	Choix en référence à un tiers, une institution	Référence à Dieu créateur	Deni d'un Dieu créateur	Arguments "évolutifs"	TOTAL
Item traité							
non	35	32	32	43	15	42	199
oui	13	11	16	20	10	29	99
TOTAL	48	43	48	63	25	71	298

La dépendance n'est pas significative. $\chi^2 = 4,39$, ddl = 5, 1-p = 50,48%.

Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités

Tableau 58 : Analyse croisée « Enseignement préalable ou non X Arguments exprimés »

L'analyse plus fine des réponses des élèves à Q13b montre que :

- Sur les 78 élèves qui ont coché la réponse A, 1/3 refusent explicitement l'idée d'une force divine créatrice : *Je ne crois pas en Dieu (e85) ; Dieu n'existe pas (e148) ; Je ne suis pas croyante (e99), Parce que dieu n'existe pas (e265) ;*
- Sur les 14 élèves ayant coché uniquement la réponse B, 9 se réfèrent à Dieu ou à la religion pour justifier leur choix : *Dieu nous a créés, c'est lui qui a tout créé (e22) ; Je l'ai appris dans un cours coranique, j'apprends ma religion (e28) ; Je suis musulman*

et tous les musulmans savent que Dieu nous a créé (e29) ; Je suis croyant en Dieu (e139) ; Car séparé des animaux, Dieu a eu des idées pour créer les hommes (e220) ;

- Les arguments avancés par les élèves qui ont choisi la réponse C traduisent une pensée évolutionniste doublée d'une croyance en une force divine créatrice. Plus d'un tiers des élèves évoquent explicitement l'intervention d'une force divine créatrice. On retrouve ici la caractéristique du *concordisme* (Aroua, 2006) très répandue dans les sociétés arabo-musulmanes, permettant un terrain d'entente entre science et religion.

Le choix de cette réponse C peut traduire plusieurs raisons :

- Une hésitation : *parce que les hommes et les animaux ne peuvent pas apparaître tout seul (e137) ;*
- Une référence à un tiers ou à une autre institution : *ce sont mes parents qui me l'ont dit (e77) ; Je l'ai appris dans un autre cours et ils m'ont dit que ... (e172), car je suis catholique et à l'église nous en parlons (e266)*
- Un compromis, une pensée concordiste : *parce que Dieu a évolué les Hommes (e133), Je l'ai choisi car je vais au catéchisme et que je crois aussi à la science (e278) ;*

Nature de la réponse	Nombre de réponses (N = 233)		Interprétation
A	78	31,4%	Modèle <i>Evolution</i> – Pensée évolutionniste
B	14	6,6%	Modèle <i>Création</i> – Pensée fixiste
C	127	55,2%	Modèle <i>Création</i> + <i>Evolution</i> – Pensée concordiste (Aroua, 2006)
A + B	1	0,5%	Contradiction
A + C	10	4,7%	Double compromis en faveur de la pensée évolutionniste
B + C	3	1,4%	Double compromis en faveur de la pensée fixiste

Tableau 59 : Essai d'interprétation des réponses à la question 13a

En se basant sur des indicateurs retenus pour l'étude (item traité ou non, population « favorisée » ou non, éducation religieuse ou non), nous retenons quelques résultats significatifs.

Premier résultat significatif : le modèle Évolution est majoritairement convoqué par les élèves de l'école 3. A contrario, c'est le modèle Création + Evolution qui a la faveur des élèves de l'école 4. Les écoles 4 et 6 ne se prononcent pas de manière très significative en faveur de l'évolution ;

3affirm° école	évolution	création puis évolution	création	TOTAL
Ecole 2	4	14	4	22
Ecole 3	32	15	5	52
Ecole 4	1	23	1	25
Ecole 5	15	12	1	28
Ecole 6	1	22	3	26
Ecole 7	5	9	1	15
Ecole 8	13	13	1	27
Ecole 9	5	23	1	29
Ecole 10	12	11	0	23
TOTAL	88	142	17	247

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 63,33$, ddl = 16, 1-p = >99,99%.

Attention, 9 (33.3%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 60 : Analyse croisée « École X Avec laquelle de ces affirmations es-tu d'accord ? »

En nous référant à la catégorisation proposée pour nos écoles ; nous confirmons ici la position en faveur du modèle évolution des élèves des écoles accueillant un public scolaire plutôt favorisé (écoles 3, 5 et 8) et, à l'inverse, un non choix de ce modèle par les élèves des écoles classées en réseau d'éducation prioritaire.

	3affirm°	évolution	création puis évolution	création	TOTAL
école					
Ecoles REP		6	59	8	73
Ecoles "favorisées"		60	40	7	107
Ecoles "mixtes"		22	43	2	67
TOTAL		88	142	17	247

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 63,33$, ddl = 16, 1-p = >99,99%.

Attention, 9 cases (33.3%) ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. Ce tableau est construit sur la strate de population 'autres écoles' contenant 239 observations et définie par le filtrage suivant : école # "Ecole 1"

Tableau 61 : Analyse croisée « Public scolaire accueilli X Avec laquelle de ces affirmations es-tu d'accord ? »

En résumé, de façon très significative, l'origine socioculturelle clive les écoles. Dans les écoles favorisées, 56% des élèves font référence uniquement à l'évolution (66/107) alors qu'ils ne sont que 8% (6/73) à le faire dans les écoles REP. Inversement, 37,3% (27/80) répondent « création puis évolution » contre 80% (60/75) en milieu défavorisé. Les réponses « seulement création » sont très minoritaires dans les différents groupes : 10,9% (8/73) en REP, 6,5% (7/107) en milieu favorisé et seulement 3% (2/67) en milieu mixte.

L'école 1, appartenant à la catégorie REP et qui n'avait le choix qu'entre deux affirmations, s'est prononcé significativement en faveur du modèle Création à 48,8% (20 élèves sur 41). Cependant, 3 élèves ont émis un doute en cochant les deux cases.

3affirm°	Nb. cit.	Fréq.	La différence avec la répartition de référence est très significative. $\chi^2 = 21,73$, ddl = 4, 1-p = 99,98%. Le χ^2 est calculé avec des effectifs théoriques égaux pour chaque modalité. Le nombre de citations est supérieur au nombre d'observations du fait de réponses multiples (2 au maximum). Ce tableau est construit sur la strate de population 'Ecole 1' contenant 41 observations et définie par le filtrage suivant : école = "Ecole 1"
évolution	15	36,6%	
création + évolution	3	7,3%	
création	20	48,8%	
NR	3	7,3%	
TOTAL OBS.	41	100%	

Tableau 62 : Répartition des réponses à la question 13a des élèves de l'école 1

Deuxième résultat significatif : les élèves déclarant une éducation religieuse ne choisissent pas le modèle Evolution de manière significative tandis que ceux qui ne déclarent aucune éducation religieuse privilégient le modèle Evolution ;

3affirm°	évolution	création puis évolution	création	TOTAL
EducRelig				
oui	21	94	13	128
non	64	42	2	108
nonconnue	3	6	2	11
TOTAL	88	142	17	247

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 50,60$, ddl = 4, 1-p = >99,99%.

Attention, 2 (22.2%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 63 : Analyse croisée « Education religieuse déclarée X Avec laquelle de ces affirmations es-tu d'accord ?

La confession déclarée par les élèves n'a, en revanche, aucune influence sur le choix de la réponse.

3affirm°	évolution	création puis évolution	création	TOTAL
Confessionrel.				
musulmane	3	39	5	47
chrétienne	14	28	4	46
juive	0	2	1	3
nonconnue	4	25	3	32
TOTAL	21	94	13	128

La dépendance est peu significative. $\chi^2 = 12,59$, ddl = 6, 1-p = 94,99%.

Attention, 6 (50.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. Ce tableau est construit sur la strate de population 'autres écoles' contenant 239 observations et définie par le filtrage suivant : école # "Ecole 1"

Tableau 64 : Analyse croisée « Confession religieuse déclarée X Avec laquelle de ces affirmations es-tu d'accord ?

Troisième résultat significatif : que l'item ait été traité ou non en classe (dans l'année scolaire ou dans une année antérieure), cela n'a aucun effet significatif sur les réponses.

	3affirm °	évolution	création puis évolution	création	TOTAL
Item traité					
non		60	100	14	174
oui		28	42	3	73
TOTAL		88	142	17	247

La dépendance n'est pas significative. $\chi^2 = 1,37$, ddl = 2, 1-p = 49,70%.

Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités. Ce tableau est construit sur la strate de population 'autres écoles' contenant 239 observations et définie par le filtrage suivant : école # "Ecole 1"

Tableau 65 : Analyse croisée « Enseignement préalable X Avec laquelle de ces affirmations es-tu d'accord ?

Si l'on s'intéresse aux arguments avancés pour justifier les choix, on obtient aussi des résultats très significatifs, après avoir enlevé les réponses qui ne contenaient aucune information sur les motivations des choix des élèves. On relève sans surprise que les élèves ayant coché le modèle Évolution argumentent en majorité sur la base de la non existence de Dieu. Même si les résultats n'apparaissent pas comme significatifs, il est intéressant d'étudier les arguments avancés pour le choix Création + Évolution, modèle que nous avons qualifié de concordiste. Au total, 40 élèves sur 157 (25,4%) avancent un argument évolutif tandis que 47/157 (près de 30%) se réfèrent à l'existence de Dieu. Certains élèves s'appuient sur un registre en lien avec l'évolution du vivant (*car on a changé. Avant, nous étions très très poilus et maintenant beaucoup moins e98*), d'autres sur un double registre (*car je pense que Dieu a créé la Terre et que les espèces évoluent- e102, par exemple, le singe évolue et aujourd'hui il est un homme et c'est Dieu qui les a créé - e119*).

choix	Non réponse	Pas d'arguments pertinents	Choix en référence à un tiers, une institution	Référence à Dieu créateur	Deni d'un Dieu créateur	Arguments "évolutifs"	TOTAL
3affirm°							
évolution	17	18	10	7	24	34	110
création + évolution	13	27	29	47	1	40	157
création	11	4	11	13	0	1	40
NR	8	0	1	0	0	0	9
TOTAL	49	49	51	67	25	75	316

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 125,01$, ddl = 15, 1-p = >99,99%.

Attention, 7 (29.2%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 66 : Analyse croisée « Avec laquelle de ces affirmations es-tu d'accord ? X Explique ton choix »

La référence à « Dieu créateur » sépare nettement les deux groupes (axe 1 de l'AFC, près de 80% de la variance). C'est dans les classes favorisées que l'on trouve préférentiellement le « déni du Dieu créateur » et des arguments faisant appel à l'évolution, alors que la référence au « Dieu créateur » est plutôt le fait des écoles défavorisées.

choix	Non réponse	Pas d'arguments pertinents	Choix en référence à un tiers, une institution	Référence à Dieu créateur	Deni d'un Dieu créateur	Arguments "évolutifs"	TOTAL
école							
Ecole 1	19	4	5	9	0	7	44
Ecole 2	7	1	14	2	0	4	28
Ecole 3	6	5	9	7	11	15	53
Ecole 4	4	1	1	11	1	10	28
Ecole 5	3	4	2	3	6	7	25
Ecole 6	0	6	4	11	0	4	25
Ecole 7	0	4	1	5	2	3	15
Ecole 8	3	6	6	3	1	7	26
Ecole 9	5	7	3	8	1	6	30
Ecole 10	1	5	3	4	3	8	24
TOTAL	48	43	48	63	25	71	298

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 124,79$, ddl = 45, 1-p = >99,99%.

Attention, 36 (60.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 67 : Analyse croisée « École X Explique ton choix à la question 13a »

Le croisement suivant montre que le « déni du Dieu créateur » est le fait des couches favorisées de notre échantillon ! On note également un nombre significatif de non réponses parmi les élèves des classes REP.

choix	Non réponse	Pas d'arguments pertinents	Choix en référence à un tiers, une institution	Référence à Dieu créateur	Deni d'un Dieu créateur	Arguments "évolutifs"	TOTAL
école							
Ecoles REP	30	12	24	33	1	25	125
Ecoles "favorisées"	12	15	17	13	18	29	104
Ecoles "mixtes"	6	16	7	17	6	17	69
TOTAL	48	43	48	63	25	71	298

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 124,79$, ddl = 45, 1-p = >99,99%.

Attention, 36 (60.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du χ^2 ne sont pas réellement applicables. Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 68 : Analyse croisée « École X Explique ton choix à la question 13a »

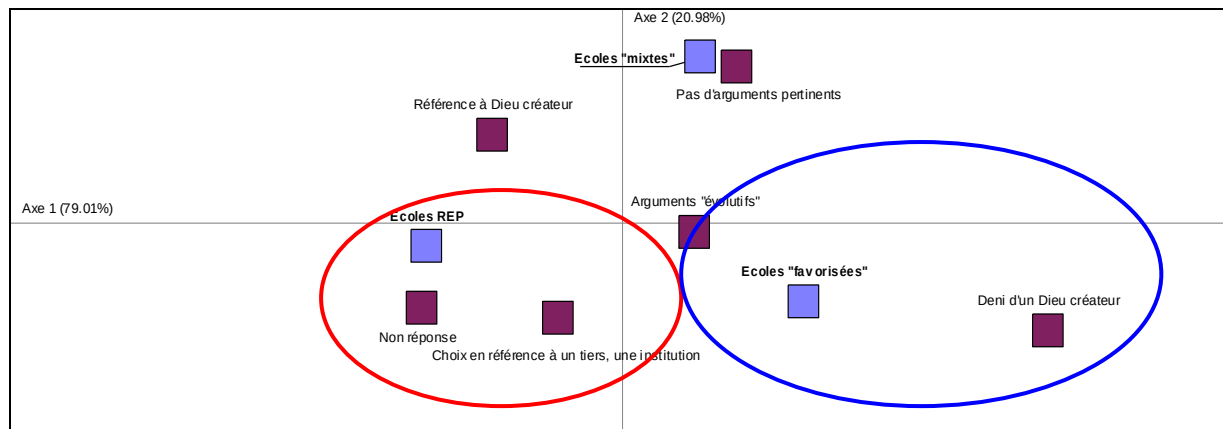


Figure 16 : Analyse factorielle des correspondances « École X Explique ton choix à la question 13a »

On note une influence de l'éducation religieuse : les élèves déclarant aucune éducation religieuse argumentent leur choix en affirmant la non existence d'un Dieu créateur à plus de 20% (24/111).

choix	Non réponse	Pas d'arguments pertinents	Choix en référence à un tiers, une institution	Référence à Dieu créateur	Deni d'un Dieu créateur	Arguments "évolutifs"	TOTAL
EducRelig							
oui	15	17	31	40	1	27	131
non	9	21	7	14	24	36	111
nonconnue	24	5	10	9	0	8	56
TOTAL	48	43	48	63	25	71	298

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 98,41$, ddl = 10, 1-p = >99,99%.

Le χ^2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes). Les valeurs du tableau sont les nombres de citations de chaque couple de modalités.

Tableau 69 : Analyse croisée « Éducation religieuse déclarée X Explique ton choix à la question 13a »

4. Conclusion : le rapport au savoir « Evolution des êtres vivants » d'élèves du cycle 3 de l'école primaire française

Quel est le rapport au savoir « Evolution des êtres vivants » d'élèves de cycle 3 de l'école primaire française ? L'étude réalisée met en lumière quelques résultats intéressants.

4.1. A propos des connaissances sur l'évolution

Au regard de la richesse des réponses obtenues au questionnaire, les élèves possèdent de nombreux savoirs sur le sujet mais qui sont rarement dus à l'école comme en témoignent les réponses des 118 élèves qui n'ont jamais reçu d'enseignement sur l'évolution.

Profil d'un élève de cycle 3
○ <i>Les animaux ont toujours existé sur Terre</i> (70%) mais ils étaient différents de ceux d'aujourd'hui (90%) ; ○ <i>Les girafes ont toujours eu un long cou</i> (80%) ; ○ <i>Les hommes ont toujours existé sur Terre</i> (60%) mais ils ne ressemblaient pas aux hommes d'aujourd'hui (84%) ; ○ Hommes et singes sont liés (84%) ; ○ L'homme n'a pas chassé les dinosaures (77%) parce qu'ils n'ont pas cohabité (70%) mais a pu chasser le mammouth (80%) ; ○ <i>Dieu a créé les premiers hommes et les animaux</i>. Depuis, ils se sont transformés pour devenir tels qu'ils sont aujourd'hui (50%)

Tableau 70 : Les connaissances d'un élève de cycle 3 sur l'évolution

Dans cette liste, sont repérées des connaissances (en caractères droits) en accord avec le savoir constitué qui serviront d'appui à l'enseignant et des connaissances (*en italique*) qui pourront constituer des obstacles à l'apprentissage des notions d'évolution. On note pour certaines questions (Q1, Q4, Q5, Q10) de meilleures performances de la part des garçons, sans doute explicables par leurs lectures et/ou films, dessins animés ...

Il n'y a pas de rejet de l'idée d'évolution mais le modèle dominant est celui qui associe « Création + Évolution ». Ce qui semble d'avantage poser problème est la question de l'apparition des espèces. Rappelons les résultats d'un sondage publié par l'institut Gallup en 2008 et présenté au chapitre II où 44% des sondés pensent que Dieu a créé l'Homme sous sa forme actuelle. En effet, la question de l'apparition d'espèces nouvelles n'est pas considérée comme un fait d'évolution c'est-à-dire de transformation d'une espèce existante. Il s'agit pour les apprenants d'accepter, sans plus d'explication, la transformation du mammouth en éléphant, de l'homme dit préhistorique en l'homme d'aujourd'hui ! La question du comment se fait cette transformation est peu abordée à l'école et pas du tout à l'école primaire étant donné son niveau de difficultés. C'est cette boîte de Pandore, ce mystère qui semble constituer un obstacle pour un grand nombre de personnes, enfant ou adulte.

4.2. A propos de l'influence des institutions extrascolaire

Le mystère précédemment évoqué trouve des réponses dans d'autres institutions que l'école en particulier dans l'institution familiale. Les précédents résultats montrent que sur certains points, le niveau de vie a une influence non négligeable comme en témoignent les réponses à la Q13. Les deux écoles qui accueillent une population d'élèves favorisée se prononcent significativement en faveur de l'affirmation A *« L'Homme, le singe et tous les êtres vivants sont le résultat d'une évolution et cette évolution est entièrement soumise au hasard et à la sélection naturelle »* tandis que celles dont la population est défavorisée choisissent majoritairement l'affirmation C *« Dieu a créé les premiers hommes et les animaux. Depuis, ils se sont transformés pour devenir tels qu'ils sont aujourd'hui »*.

Nous avons constaté que le modèle « Création + Évolution » est le modèle dominant en milieu défavorisé. Parmi les indicateurs dont nous disposons, l'origine ethnique et l'éducation religieuse peuvent s'avérer éclairants. Dans les écoles testées en milieu défavorisé, la population d'élèves est majoritairement originaire soit des Comores soit du Maghreb. Exceptés les élèves de l'école 1 à qui la question n'a pas été posée, les élèves des trois autres écoles déclarent à près de 80 % une éducation religieuse. Cette éducation est délivrée soit au sein de la famille soit dans une école coranique. A l'inverse, parmi les élèves des deux écoles de milieu favorisé, seuls 30% déclarent une éducation religieuse majoritairement catholique. L'influence de l'institution extrascolaire Famille est ici manifeste au regard de ce que nous avons développé dans la partie « Evolution et Société ». Elle se révèle dans les réponses des élèves qui convoquent Dieu pour justifier tel ou tel choix. La dominance du modèle « Création + Évolution » en milieu défavorisé peut donc traduire une « nécessité » au regard des rapports institutionnels entre l'école et la famille. L'élève se construit un rapport personnel qui prend en compte les deux institutions.

Si on se réfère à la notion de rapport personnel telle que nous l'avons évoquée au chapitre III, nous pouvons identifier, à partir de notre échantillon, un rapport personnel de type évolutionniste qui prédomine chez les élèves issus des écoles favorisées, un rapport personnel de type concordiste dominant chez les élèves des écoles non favorisées. En revanche, on ne rencontre qu'exceptionnellement un rapport personnel de type créationniste.

4.3. Premières réflexions pour l'enseignement

La principale difficulté de cet enseignement est liée à la non perception des événements qui traduisent le phénomène évolutif. En effet, soit ces événements s'inscrivent

dans une échelle de temps inaccessible à l'homme (temps géologique), soit ces événements se situent dans une échelle d'espace, elle aussi, inaccessible (infinitement petit). La question pour l'enseignement est donc de savoir ce qu'il faut privilégier du concept d'évolution pour ne pas créer et entretenir une sorte de mystère tout en donnant des éléments de réponses à des questions plus ou moins « centrales », questions que se pose tout être humain et qui *ont troublé les esprits depuis l'aube de la conscience* (Gould, 2000) : d'où vient la vie ? D'où vient l'Homme ? ...

Notre étude révèle sans ambiguïté le non-rejet de l'idée d'évolution ce qui constitue un réel atout pour l'enseignement. Par ailleurs, les obstacles épistémologiques révélés par d'autres études (Crépin, 2002 ; Mairone, 2004 ; Aroua, 2005) se retrouvent dans les réponses des élèves de notre échantillon à savoir. La non maîtrise de l'échelle de temps et la polysémie du mot évolution sont les plus évidents. A ceux-là, s'ajoutent des obstacles créés par la cohabitation, pour un même individu, de différentes institutions à l'origine de son rapport personnel au savoir « Evolution des êtres vivants ».

En se référant à l'approche anthropologique du rapport au savoir proposée par Chevallard (2003), un même individu est sujet de plusieurs institutions qui, dans le cas précis, entretiennent des rapports contradictoires au concept d'évolution. Pour l'institution « Ecole », les êtres vivants, l'homme y compris, sont le résultat d'une longue et lente évolution responsable de la diversité biologique actuelle.

D'autre part, l'évolution du vivant est un sujet de prédilection pour les médias, autre institution à prendre en compte. Cela pose la question de la vulgarisation du concept d'évolution. Pendant longtemps, les médias ont favorisé la diffusion de lieux communs telle que l'expression toute faite « L'homme descend du singe » encore très prégnante aujourd'hui malgré sa fausseté. Expression qui a été à la fin du XIX^e le fer de lance des antidarwinistes comme en témoignent de nombreuses caricatures mettant en scène Charles Darwin lui-même.

L'enseignement doit donc prendre en compte les difficultés et les différents types d'obstacles :

- ✓ prendre en compte les obstacles liés au temps, à la polysémie qui crée des confusions ;
- ✓ combattre des idées toutes faites : l'homme descend du singe, évoluer c'est progresser ;

- ✓ prendre en compte les rapports personnels des élèves afin de mettre en œuvre le principe de NOMA qui prône le non-empiètement des magistères religieux et scientifique (Gould, 2000).

L'enseignement n'a pas pour mission de s'immiscer dans le magistère de l'institution nommée « religion » dont le rôle est la discussion éthique et la quête du sens. Il doit s'appuyer sur l'institution « science », une autorité d'enseignement, conçue pour utiliser des méthodes mentales et des techniques d'observation corroborées par leurs résultats et par l'expérience, en vue de décrire et de tenter d'expliquer la constitution effective de la Nature (Gould, 2000).

Ces différentes considérations montrent que c'est un enseignement délicat à l'école primaire et au delà mais qu'il est indispensable au regard de la conception des sciences de la vie depuis la moitié du XX^e siècle. Il s'agit, au terme de ce travail, de faire des propositions curriculaires qui permettront un enseignement effectif du concept d'évolution à l'école primaire en cohérence avec les programmes de l'enseignement secondaire.

Chapitre VI : Apports et perspectives de recherche

Arrivée au terme de cette étude, nous nous proposons d'en résumer les principaux apports pour la didactique des sciences avant d'énoncer quelques propositions pour l'enseignement, l'apprentissage du concept d'évolution dès l'école primaire, pour la formation des maîtres et d'envisager des pistes de recherche.

1. Apports didactiques

1.1. Analyse du savoir savant

1.1.1. Un savoir fondamental

Le concept d'évolution est aujourd'hui un savoir fondamental pour la compréhension de toute la biologie moderne. Le darwinisme constitue l'orthodoxie des sciences du vivant. Il n'est plus discuté par la communauté scientifique dans ses principes, même si des discussions persistent quant aux mécanismes.

1.1.2. Un savoir complexe

Sur le plan scientifique, le savoir Evolution du vivant est un savoir complexe qui résulte du croisement de très nombreux domaines de recherche. Certains de ces domaines s'inscrivent dans le champ des sciences expérimentales tandis que d'autres empruntent leurs méthodes de validation aux sciences historiques.

1.1.3. Un savoir non neutre

Malgré sa complexité, c'est un savoir qui vit dans la société au-delà de la communauté scientifique, au sein de différentes institutions. En effet, on attend de lui qu'il éclaire voire qu'il réponde à un certain nombre de questions plus ou moins centrales qui ont troublé les esprits depuis l'aube de la conscience : d'où vient l'Homme ? En quoi les humains ont-ils des rapports avec d'autres organismes ? Que signifie ce rapport ? A ce titre, le savoir Evolution du vivant est considéré comme non neutre dans la mesure où il peut interpeller les convictions culturelles, idéologiques des individus.

C'est à ce moment-là que peuvent se croiser (et entrer en conflit) deux magistères²⁰ (Gould, 2000) : le magistère de la science et le magistère de la religion. Gould rappelle que « la

²⁰ Magistère (du latin *magister* c'est à dire « enseignant ») : désigne un domaine de compétence (Gould, 2005)

science s'efforce de rendre compte des faits du monde naturel et de construire des théories pour les relier et les expliquer tandis que la religion s'occupe d'un domaine non moins important mais totalement différent, celui de nos buts, options et valeurs » (p.18).

Dans le but du respect mutuel des magistères, Gould énonce le principe de NOMA qui prône un Non empiètement des Magistères, sans pour autant exclure le dialogue, chaque facette s'occupant d'une facette essentielle de l'existence humaine.

1.1.4. Un savoir scientifique

Mais cette distinction ne nous paraît pas suffire. Il est indispensable de préciser que cette distinction majeure s'appuie sur des connaissances dont les méthodes de validation diffèrent radicalement. Les savoirs produits par la science sont le résultat d'une vérification qui dépend de trois facteurs : scepticisme, rationalité et logique, matérialisme méthodologique. Ces trois piliers assurent l'objectivité d'un résultat scientifique (Lecointre, 2006).

Dans le cas des sciences de l'évolution, il est également très important de rappeler qu'elles renferment différentes régimes de preuves : preuve historique et preuve expérimentale.

1.2. Le savoir transposé

Le savoir évolution du vivant est un objet d'enseignement à l'école primaire depuis les programmes de 1989. Les prescriptions sont des ressources pour des enseignants peu ou prou spécialistes des questions scientifiques, en général, et du concept d'évolution en particulier. Il s'agit de construire un premier niveau de conceptualisation en se référant à des faits d'évolution grâce à l'étude de témoins de l'évolution, les fossiles et à la notion de parentés entre des espèces actuelles ainsi qu'entre des espèces actuelles et disparues ;

L'étude des textes officiels montrent que ces prescriptions sont insuffisantes. Elles ne donnent pas une vision claire de ce que l'on attend des enseignants : les objectifs de connaissances et de compétences sont grossièrement définis et les activités proposées sont à peine évoquées et jamais de façon opérationnelle.

C'est un enseignement qui peut donc s'avérer délicat pour plusieurs raisons : à une transposition peu claire s'ajoutent d'éventuels conflits avec des croyances auxquelles pourraient se référer les élèves et des obstacles cognitifs connus (polysémie du terme « évolution », maîtrise de la notion de temps long, etc.).

En nous référant à la carte conceptuelle élaborée pour le savoir savant, nous avons analysé la façon dont les textes officiels de l'école primaire transposent le concept d'évolution. Rappelons que cette carte ne traduit pas une hiérarchie au sein du savoir savant,

[illegible]

Apparaissent en couleurs les concepts retenus lors de la transposition didactique dans les textes de l'école primaire. Les programmes rédigés en seulement quelques lignes traduisent donc, en réalité, un savoir étendu et l'on peut mesurer la part de l'implicite de ces textes que seul un expert des questions d'évolution peut percevoir. Cela conforte notre hypothèse que les enseignants du premier degré, polyvalents et rarement experts de l'évolution, ont besoin de ressources pour mettre en place un enseignement efficace dès l'école primaire.

La revue de questions a montré que les enseignants développent des conceptions vis-à-vis du concept d'évolution, que ces conceptions peuvent être influencées par leurs propres croyances et que, dans certains cas, peuvent exister des obstacles à l'enseignement. Ces premières constatations nous ont conduite à émettre plusieurs hypothèses que nous rappelons ci-après :

- Le savoir Evolution est un savoir complexe peu et/ou mal connu des enseignants de l'école primaire ;

Les réponses apportées à notre questionnaire par les 123 enseignants montrent qu'ils ont des connaissances sur le concept d'évolution, qu'ils aient ou non suivi une formation initiale scientifique. L'analyse fait cependant apparaître deux grandes tendances. La première est que, très majoritairement (96 %), ils déclarent adhérer à l'idée d'évolution biologique comme moyen d'expliquer les formes actuelles des êtres vivants. Ils sont très nombreux aussi (87 %) à faire référence à l'existence d'une théorie scientifique qui en rend compte. Bien que peu nombreux à avoir suivi des cursus scientifiques, 50 à 60 % d'entre eux sont capables, suivant la question considérée, de fournir des arguments pertinents pour justifier cette adhésion, arguments de type paléontologiques (46 %) et/ou biologiques (37 %).

De façon massive (82 %), ils affirment que la théorie de l'évolution est la seule théorie scientifique permettant de rendre compte du sujet de façon cohérente. 67 % d'entre eux affirment aussi qu'aucune approche non scientifique ne le pourrait. 40 % disent connaître l'existence de thèses créationnistes combattant la théorie de l'évolution.

Deux grands groupes peuvent être repérés de cet ensemble, révélant des rapports personnels au savoir *évolution* relativement typés :

- un premier groupe que l'on pourrait qualifier de « *rapport scientifique* ». Ces sujets, même s'ils ne dominent pas complètement le savoir scientifique, en possèdent une partie suffisante pour pouvoir argumenter. Ils montrent une proximité certaine avec le rapport institutionnel, accepté de façon active grâce à la formation initiale et/ou l'acculturation personnelle ;
- un deuxième groupe que l'on pourrait qualifier de « *rapport de confiance* ». Ces sujets n'ont pas de connaissances précises et solides sur l'évolution. Mais ils s'y réfèrent sans rechigner car ils font confiance aux *savants* qui l'ont établie. En ce sens, cette confiance n'est pas réductible à une *croyance*. La science apparaît comme offrant des garanties d'authenticité socialement reconnue, alors que les religions relèvent clairement de la foi personnelle.

Ces convergences sont conformes aux résultats montrés par Quessada et al. (2007) dans leurs études où les enseignants français figurent dans un groupe plus acquis aux idées évolutionnistes que ceux d'autres pays. On peut alors penser que, dans la société française actuelle, un large consensus traverse les couches culturelles favorisées auxquelles appartiennent les enseignants. Leur rapport personnel à ce savoir, même s'il n'est pas exempt

d'approximations et d'insuffisances, est proche de celui qui vit dans l'institution scientifique. C'est aussi le cas des institutions médiatiques.

➤ Des textes de programme indigents aident peu les enseignants de l'école primaire.

Nos hypothèses initiales étaient que :

- le manque de précision des programmes prescrits n'engage pas les professeurs des écoles à se lancer dans l'enseignement de l'évolution ;
- les enseignants de l'école primaire, non experts pour la plupart, peuvent se trouver démunis face à un tel enseignement, du fait de l'indigence des textes mis à leur disposition. C'est un enseignement qu'ils peuvent donc éviter malgré les injonctions ;
- un enseignant polyvalent non spécialiste de la discipline n'a donc pas les moyens de repérer tout l'implicite des connaissances sous-jacentes et de l'épistémologie à l'œuvre ;
- celles et ceux qui ont eu une formation scientifique, et surtout une formation en sciences de la vie, doivent être plus armés pour décrypter les textes. Ils doivent mettre en place des enseignements plus fréquemment que les autres ;
- pour concevoir leurs séquences d'enseignements, les professeurs doivent faire largement appel à une documentation externe.

L'étude des questionnaires invalide partiellement ces hypothèses. En effet, deux tiers de notre échantillon déclarent enseigner ou avoir enseigné l'évolution dans une de leurs classes, contredisant ainsi l'idée que cette partie du programme du cycle 3 serait oubliée. En revanche, il est important de rappeler que nous ne savons pas, à l'issue de cette étude, ce que font réellement les enseignants dans leur classe. Le temps consacré à cet enseignement varie d'une heure à dix heures ! Cet élément confirme l'hypothèse du flou des instructions.

D'autre part, plus de la moitié des enseignants questionnés (57 %) estiment que leurs connaissances sont insuffisantes. Ces dernières, ils les ont construites bien sûr durant leur cursus scolaire secondaire (50%), mais surtout grâce aux médias audiovisuels (74 %) et à leurs propres lectures (66 %).

Le fait d'enseigner ou non l'évolution ne semble lié à aucune caractéristique particulière prise en compte dans notre étude (niveau de formation, niveau supposé des élèves, ancienneté d'exercice).

- Un enseignant appartient à plusieurs institutions dont l'institution école. Il peut développer vis-à-vis du savoir Évolution un rapport à différentes facettes, complémentaires, contradictoires ou indifférentes. Ses propres valeurs, croyances et convictions peuvent influencer ses choix transpositifs quand il assume sa fonction d'enseignant. Mieux connaître le rapport personnel au savoir Évolution d'un enseignant renseigne sur ce qui l'amène à faire tel ou tel choix dans sa classe.

Les réponses obtenues ne permettent pas de révéler d'éventuels conflits entre croyances personnelles et choix transpositifs. Notons tout de même qu'ils sont très nombreux à déclarer ne se référer à aucune religion (76 %) ni courant de pensée particulier (60 %). Seulement 30 % reconnaissent un investissement associatif, ce qui paraît peu au regard des chiffres du CREDOC (Fourrel & Loisel, 1999) qui estiment à près de 40%, le nombre de français adhérant à une association.

1.4. Les élèves et la savoir Evolution

Tout comme l'enseignant, un élève appartient à plusieurs institutions dont l'institution école. L'apprentissage de ce savoir peut être gêné voire empêché du fait de l'existence de résistances chez les élèves. Tout comme les adultes, il peut développer vis-à-vis du savoir Évolution un rapport personnel particulier du fait de ses croyances, valeurs et convictions qui pourrait influencer l'apprentissage du savoir évolution. Mieux connaître le rapport personnel au savoir Évolution des élèves de cycle 3 renseigne sur les causes d'un échec de l'apprentissage.

Deux hypothèses ont prévalu :

- ❑ La société française véhicule largement la pensée évolutionniste. Cette dernière est popularisée à travers les écrits (journaux, magazines, bandes dessinées) et les médias audiovisuels (télévision, cinéma, radio). Dès la fin de l'école primaire, les élèves doivent être imprégnés par cette culture et admettre, même sous une forme approximative et déformée, l'idée d'évolution.
- ❑ Les élèves peuvent appartenir à des groupes sociaux où la vision créationniste reste très présente. Confrontés à deux modèles contradictoires suivant l'institution qui les accueille (la famille, l'école), ils doivent développer des visions composites leur permettant de dépasser les contradictions.

La première hypothèse est validée par notre étude : malgré la difficulté du sujet, les réponses des élèves sont riches en savoir, même chez les 118 sujets qui n'ont pas eu d'enseignement de l'évolution. Les élèves acceptent majoritairement l'idée d'évolution et

possèdent de véritables connaissances sur des faits d'évolution concernant des figures emblématiques tels que les dinosaures, les mammouths et l'homme.

La deuxième hypothèse l'est aussi : l'ensemble des réponses montre sans ambiguïté que les élèves de cycle 3 ne rejettent pas l'idée d'évolution mais le modèle explicatif « Création + Évolution » est dominant : Dieu crée les êtres vivants et l'évolution fait le reste. Ce modèle répandu chez près de 60% des élèves de notre échantillon permet un compromis entre une vision créationniste et une vision évolutionniste de l'histoire du vivant. Ce fort pourcentage montre également une faible influence des discours religieux extrémistes. Par ailleurs, les élèves déclarant ne pas recevoir une éducation religieuse se prononcent significativement en faveur de l'affirmation évolutive. En revanche, la nature de la religion (islam/chrétienté) n'a aucune influence.

L'étude montre que les élèves de notre échantillon baignent dans un bain évolutionniste assez flou d'où émergent quelques idées forces. Nous avons ainsi confirmé ou identifié un certain nombre de limites et d'obstacles :

- ☐ Le concept d'animal : un animal c'est un être vivant gros et avec 4 pattes ;
- ☐ La place de l'Homme dans le règne animal : l'homme n'est pas un animal ;
- ☐ La permanence des animaux sur Terre : les animaux ont toujours existé ;
- ☐ Le rôle du temps long dans le phénomène évolutif ;
- ☐ La polysémie du mot évolution ;
- ☐ L'évolution est synonyme de progrès ;
- ☐ La superposition des modèles explicatifs, scientifiques et religieux.

Il s'agit maintenant de réfléchir à des propositions qui prendraient en compte les limites énoncées et qui permettraient le franchissement des obstacles repérés.

2. Propositions pour l'enseignement, l'apprentissage et la formation des maîtres

Il s'agit de faire des propositions raisonnées qui favorisent un enseignement, et par conséquent un apprentissage, efficace du concept d'évolution dès l'école primaire. Ces différentes propositions doivent être justifiées en référence au savoir savant lui même, aux enseignants, aux compétences des élèves de cette tranche d'âge et à leurs possibilités

cognitives. Il est également important de tenir compte d'un principe de réalité qui veut que le temps dévolu à l'enseignement du concept d'évolution a des limites.

2.1. Des propositions pour l'enseignement et l'apprentissage

Il ne semble pas y avoir d'obstacles majeurs à l'enseignement de l'évolution dès l'école primaire et nous avons repéré un certain nombre d'appuis :

- Des idées évolutionnistes véhiculées par la société française comme en témoigne un très récent sondage publié par la revue Science & Vie (juin 2009) qui rapporte que 63% des personnes interrogées pensent que « *les êtres humains sont apparus après des millions d'années d'évolution à partir de formes de vie moins évoluées. Dieu n'a joué aucun rôle dans ce processus* », 82% savent que *Charles Darwin est un scientifique auteur d'une théorie portant sur l'origine et l'évolution des espèces* et 58% pensent que *la théorie de Darwin est une théorie scientifique solidement établie*.
- Des enseignants prêts à enseigner l'évolution en répondant à la commande institutionnelle quelle que soit leur formation initiale d'où l'importance d'une commande institutionnelle claire et explicite
- La richesse des réponses des élèves aux différentes questions posées montrent qu'il n'existe pas de blocages. Ils savent des choses qui ne résultent pas forcément de l'enseignement même si ces connaissances restent plus ou moins confuses.

Quelles sont les compétences (connaissances, capacités et attitudes) à installer dès l'école primaire pour faciliter l'émergence d'une pensée évolutionniste ? Suite aux différents constats apportés par l'analyse des réponses aux questionnaires, nous proposons quelques pistes de réflexion, certaines déjà explorées en didactique des sciences, d'autres plus innovantes dans le cadre de l'enseignement des sciences à l'école primaire :

- ☐ Travailler le concept de temps long : étude à partir de fossiles
- ☐ Travailler le concept d'être vivant et d'animal de façon plus explicite dès la maternelle : unité et diversité
- ☐ Intégrer des éléments d'épistémologie des sciences : la science a une démarche (régime de la preuve : fossiles) ; la science a une histoire

Il s'agit de prolonger et d'asseoir le bain évolutionniste véhiculé par la société française en s'appuyant sur des exemples, des repères simples.

2.1.1. Le rapport au temps long

2.1.1.1. Temps long et grands nombres

L'évolution des espèces s'inscrit dans des échelles de temps géologiques tellement grandes (en millions et milliards d'années) que se pose la question de la gestion des grands nombres (MEN, 2002) et de la représentation mentale de ces durées. En effet, ces dimensions ne sont plus appréciables tant elles sont loin des références habituelles et perceptibles à l'échelle humaine. Lecointre (2002) rappelle, à plusieurs reprises, l'obstacle de la non-perception des événements évolutifs à l'échelle humaine. La question se pose, dans les mêmes termes, en astronomie à propos de l'évaluation des durées et des distances.

Une représentation linéaire du temps, telle qu'elle se traduit dans une frise chronologique, ne semble pas constituer un obstacle pour les élèves. Plus délicat semble être l'appréhension des durées relatives des différentes périodes de l'histoire de la Terre et de la vie sur Terre.

Pour franchir cet obstacle et *appréhender le temps et la chronologie*, Guichard & al. (2005) proposent, dans un guide pédagogique à l'attention des enseignants du premier degré, plusieurs situations pédagogiques :

- Réaliser une « corde du temps » : *les élèves réalisent puis déroulent une très longue corde de 46 mètres sur laquelle figurent des repères chronologiques, événements majeurs tels que l'origine de la vie, les premiers animaux à squelette, la sortie des eaux, l'époque des dinosaures, l'origine de l'Homme. Cette activité permet de projeter le temps dans une représentation spatiale afin que les élèves aient une meilleure approche de l'infiniment grand des temps géologiques et des durées relatives des épisodes de l'histoire du vivant.* L'utilisation de la « corde du temps » sous-entend une spatialisation du temps et cela ne va pas de soi. Quelles garanties avons-nous que, pour les élèves, ce qui se déroule dans le temps peut-il être assimilé à ce qui se passe dans un espace ?
- Faire vivre le temps à l'enfant, physiquement et temporellement. Cette activité se déroule sur un grand terrain et *va consister à représenter le temps sur ce terrain [...]* *L'enseignant va placer des repères sur le parcours. Ces repères peuvent prendre la forme de panneaux où les élèves auront dessiné des animaux et des plantes caractéristiques d'une époque.* Les élèves parcourent le trajet de panneau en panneau et vont ainsi « vivre le temps ». Sans résoudre la question de l'immensité des temps géologiques, cette activité *permet de repérer correctement la chronologie des événements et les proportions entre ces événements majeurs de la vie sur notre planète.*

Par ailleurs, pour *appréhender la durée des périodes géologiques et situer quelques étapes de l'histoire des êtres vivants*, Coquidé & al. (2008) proposent la lecture d'un calendrier de l'histoire de la Terre où l'histoire de la vie est ramenée à une année.

La représentation de l'histoire de la vie sur Terre passe donc par la lecture et/ou la construction de frises chronologiques à l'instar de ce qui se fait en histoire. Or, construire une frise chronologique, utiliser une « corde du temps » c'est construire un modèle du déroulement de l'histoire. Nous abordons là une question très présente dans l'enseignement des sciences en général, et de la géologie en particulier, qui est celle de la place des modèles et de la modélisation à l'école. En effet, le concept de modèle, sous ses différents aspects, permet d'aborder la place, dans l'enseignement des sciences, des faits, des idées et surtout de leur confrontation (Desbeaux-Salviat & Rojat, 2006).

Selon la typologie utilisée, on peut qualifier les frises chronologiques de :

- modèle-représentation (Cantor, Lange & Martinet, 1996), qui rend compte de la réalité de façon simplifiée ;
- modèle conceptuel (Desbeaux-Salviat & Rojat, 2006) ou représentation virtuelle du réel, expression ou représentation de l'idée que l'on se fait à un moment donné de la réalité. C'est le mode de présentation des idées scientifiques, de l'état de la science.

Utiliser des frises ou les réaliser revient donc à utiliser des modèles ou à entrer dans une démarche de modélisation. Au delà des activités proposées aux élèves par Guichard & al. (2005) se pose donc toute la question de l'apprentissage de la modélisation à l'école primaire, notamment celle des avantages et des limites d'une telle démarche.

Quant aux liens étroits entre l'apprentissage mathématique des grands nombres et la modélisation de l'histoire de la vie sur Terre sous forme d'une frise, la question semble davantage se poser en terme de développement psychogénétique des élèves de cycle 3 : quel degré d'abstraction des enfants de 9-12 ans sont-ils capables d'atteindre ?

Tout apprentissage de la notion de temps long devra permettre à l'élève de prendre conscience du lien étroit entre des événements, considérés dans un premier temps comme indépendants, et une dynamique d'évolution des espèces. « Raconter » une histoire sous la forme d'une frise n'apporte pas d'éléments de connaissance sur la question de l'origine des espèces. On peut par exemple, se référer aux images présentes dans de nombreux manuels et qui seront autant d'événements de la corde du temps (Guichard & al., 2005) : des bactéries

dans l'eau – une mer sans poisson – des poissons à la conquête des océans – les amphibiens sortent de l'eau – le règne des reptiles et des dinosaures – la disparition des dinosaures- des mammifères dans tous les milieux – les premiers hommes.

En revanche, l'avantage de cette modélisation est de supposer, de matérialiser un lien entre les différents événements retenus. Un travail complémentaire est donc nécessaire pour que les élèves en prennent conscience.

Les situations d'apprentissage de la notion de temps long par le biais de la modélisation, ici brièvement présentées, nous semblent soulever d'intéressantes questions de recherche que nous développerons plus loin.

2.1.1.2. Temps long, origine des espèces et fossiles

Le travail sur le temps que nous venons de présenter constitue une étape indispensable mais non suffisante pour construire un premier niveau de structuration du concept d'évolution des espèces vivantes. Nous l'avons évoqué à plusieurs reprises, le jeune âge de ces élèves (9-11 ans) engage le didacticien à trouver un juste équilibre entre situations pédagogiques mobilisant des capacités d'abstraction et des activités concrètes, manipulatoires. Les fossiles, témoins de l'évolution, constituent donc un support privilégié pour appréhender le concept d'évolution dans la classe. On trouve de fréquentes références à ces objets géologiques dans les préconisations officielles jusqu'en juin 2008. La disparition de toute référence aux fossiles depuis septembre 2008 dans les programmes de l'école primaire nous incite à démontrer leur importance dans tout apprentissage en rapport avec le vivant et son évolution. Ce souci de « réintroduire » les fossiles dans les classes primaires va de pair avec le souhait de contrer toute l'argumentation développée dans l'Atlas de la création par Harun Yahya (2006). En effet, c'est en se référant à de très nombreux fossiles qu'il prétend démontrer qu'aucune évolution ne s'est produite sur terre !

Les fossiles sont des objets géologiques réels qui témoignent d'une vie passée parfois disparue, parfois seulement différente.

La question qui reste posée, et que nous avons repérée comme un obstacle à l'enseignement de l'évolution dans les textes de programmes précédents, est d'identifier des fossiles pertinents dans le cadre de l'enseignement du concept d'évolution à l'école primaire.

Dans le questionnaire, nombreux sont les enseignants déclarant « utiliser » les fossiles comme support de cours mais nous n'avons pas d'éléments suffisamment précis concernant les fossiles mis à disposition des élèves et la façon dont ils sont « exploités » lors de l'apprentissage.

En se référant aux objets fossiles et aux difficultés provenant des idées préalables des élèves, la fiche connaissance n° 9 (MEN, 2002) propose de construire les connaissances suivantes : *les fossiles constituent des traces de la vie d'autrefois. Ce sont des traces d'animaux ou de végétaux qui existaient à l'époque de la formation de la roche qui les contient. Les fossiles permettent de reconstituer de grandes étapes de l'histoire de la Terre, de constater l'apparition et la disparition de certaines espèces animales et végétales. Les hommes n'ont pas toujours existé à la surface de la Terre et ils se sont transformés au cours du temps.*

A ce premier niveau de formulation du concept d'évolution, il nous paraît indispensable d'utiliser le mot évolution de façon explicite et d'associer évolution, fossile et nécessité d'un temps long.

La manipulation de fossiles divers et variés, d'animaux mais aussi de végétaux, doit permettre :

- De créer un rapport sensible à l'objet pour mieux en appréhender la réalité et les éléments qui le caractérisent (Mairone, 2004) ;
- D'établir des relations entre vie actuelle et vie passée. Des situations pédagogiques simples qui privilégient manipulations et descriptions de fossiles, réels et proches d'êtres vivants existants (fossiles d'ammonites, de fougères, de trilobites, de tests d'oursins, de gastéropodes, de mollusques ...) permettent de construire une définition correcte de l'objet géologique et de mettre en lien fossiles et êtres vivants actuels. (Mairone, 2004)²¹
- De construire un premier niveau de structuration du concept de temps géologiques en prenant conscience, par le biais de la fossilisation, de la durée des phénomènes à l'origine des fossiles. Pour expliquer la formation des fossiles, il s'agit, par exemple, de mettre en œuvre une démarche qui mobilise un modèle comme cela est proposé par Coquidé & al. (2008).

²¹ Mémoire de DEA, non publié.

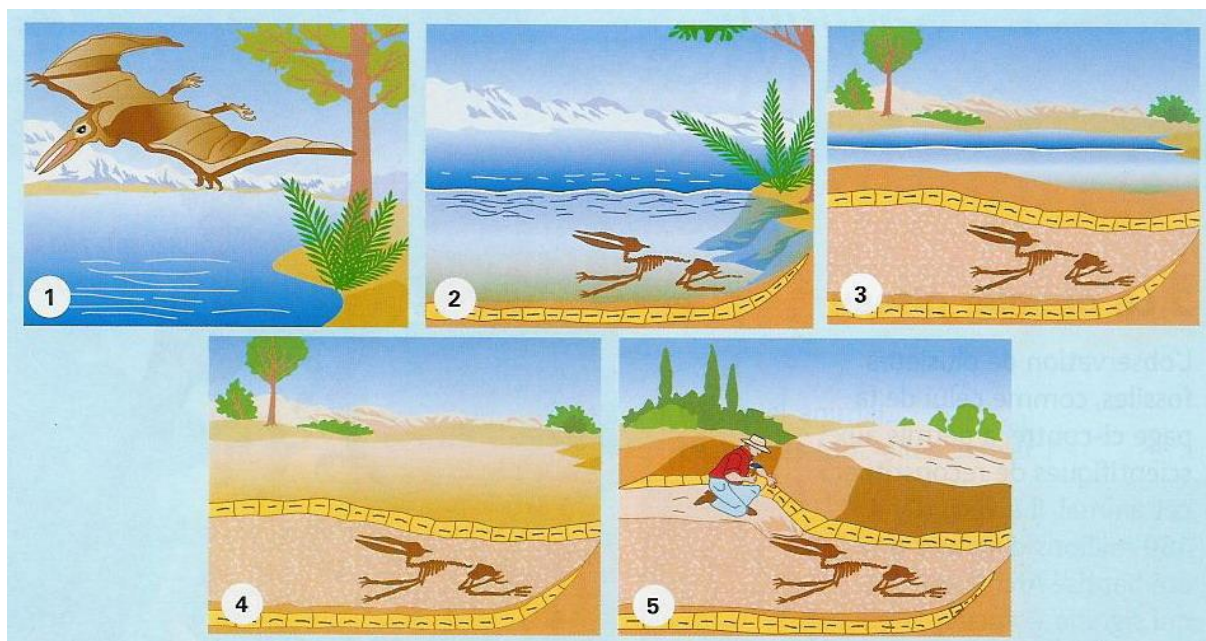


Figure 18 : La formation des fossiles – Toutes les sciences – Cycle 3 / Coquidé & Al. Nathan 2008 – p. 128.

Néanmoins, une précaution s'impose quant à l'utilisation de telles vignettes car les élèves perçoivent très difficilement le plan de coupe vertical sur les images 2 à 5 (Mairone, 2004).

Des propositions pédagogiques plus anciennes préconisaient le recours à la modélisation pour faire prendre conscience du processus de fossilisation (Rolando & al., 2004).

- De prendre conscience, grâce à des exemples bien choisis, de phénomènes transitoires d'une espèce à une autre, d'un groupe à un autre. Nous proposons de s'appuyer sur l'étude de fossiles plus ou moins emblématiques tels que Archéoptéryx, Ambulocétus ou encore Tiktaalik, *le poisson qui marche*. Le recours à la lecture et/ou la recherche documentaire permet ainsi d'étudier une ou plusieurs lignées évolutives, chacune témoin d'un événement évolutif : Tiktaalik, témoin de la transition poissons sarcoptérygiens - tétrapodes (Langlois, 2006), Archéoptéryx, témoin de la transition sauriens – oiseaux, Ambulocétus, ancêtre de la baleine²².

Ce travail sur des lignées évolutives rejoint celui de la classification et des parentés.

Dans les propositions que nous faisons, nous privilégions sans hésitation le recours à une collection de vrais fossiles, même en petit nombre, plutôt qu'à l'utilisation de documents

²² Notons avec intérêt la campagne anti-évolutionniste développée par Harun Yahya qui prend notamment appui sur l'exemple de la lignée évolutive des cétacés et qui dénonce les mensonges du National Géographic ! http://us2.harunyahya.com/Detail/T/V68LG2YY271/productId/3589/LA_BALEINE_IMAGINAIRE_DU_NATIONAL_GEOGRAPHIC

substituts du réel, aisément disponibles pour la classe. Pourtant, une question de principe doit être posée d'emblée : les enseignants du premier degré peuvent-ils aisément avoir accès à des fossiles réels ? Sans hésiter, nous affirmons que cela est tout à fait possible puisque, depuis plus d'une dizaine d'années, l'enseignement des sciences s'inscrit dans la dynamique « La main à la pâte », dynamique à l'origine de la mise à disposition des enseignants du premier degré d'une multitude de ressources aux quatre coins de France. Sans négliger bien évidemment, le rôle dévolu aux musées susceptibles d'apporter de telles ressources. Il suffit même parfois d'observer des pierres de construction, des marches d'escalier pour rencontrer des fossiles ! Les fossiles ne sont finalement pas aussi rares que le pense la majorité des personnes et ne se trouvent pas que dans les musées. Il suffit seulement de regarder autour de soi et surtout amener les élèves à observer. Rappelons, à nouveau, que plus de 50% des enseignants de notre échantillon déclarent utiliser les fossiles comme supports. Mais la question n'a pas permis de préciser si les élèves étaient confrontés à des fossiles réels ou à des images de fossiles !

2.1.2. Le rapport au vivant, le rapport à l'animal et la question de la dualité homme/animal

L'analyse des réponses au questionnaire a montré que nombreux sont les élèves qui ne considèrent pas l'homme comme un animal. Nous l'avons évoqué, des études américaines (Dell'Angelo-Sauvage, 2007) montrent que l'anthropomorphisme et l'affectif influencent la structuration du concept d'animal chez les jeunes enfants et que le concept d'homme se construit chez le jeune enfant « contre » celui d'animal, qui de ce fait n'est plus amalgamé (Dell'Angelo-Sauvage, 2005).

Reste à préciser un niveau de formulation adapté à des élèves de l'école primaire sachant que pour le scientifique, l'animal est un être vivant hétérotrophe au carbone et doué de sensibilité (Breuil, 2002).

Le travail sur la nouvelle classification proposée à l'école primaire par Lusignan et Chanet (2007) et Lecoindre (2002) participe de la construction du concept d'animal et à discuter de la question de la dualité homme/animal. Il s'agit bien de repérer des attributs communs afin d'établir des liens de parentés entre groupes. Lusignan et Chanet (2007) insistent sur l'intérêt des exercices de classification complétés par l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants pour construire un premier niveau de compréhension de l'évolution à l'école primaire.

Lecointre (2002) énonce un certain nombre d'objectifs qu'un tel enseignement devrait atteindre :

- parler de classification phylogénétique sans le dire ;
- développer une démarche classificatoire qui va de l'observation vers la classification, et non la démarche inverse utilisant les a priori - lorsqu'on projette ce que l'on croit savoir sur notre perception du vivant pour conforter une classification mentale souvent rassurante, mais fausse du point de vue phylogénétique ;
- poser l'idée qu'une classification dit quelque chose sur le monde (transformation au cours de la généalogie), et la métaphore de l'arbre y contribue ;
- fournir des résultats compatibles avec ce que la science produit aujourd'hui.

2.1.3. Le rapport au mot Évolution

Dans un article de la revue *La Recherche*, Selosse & Godelle (2007) s'intéressent à l'idée reçue : l'évolution mène au progrès. L'étude conduite auprès des élèves a révélé toute l'ambiguïté du mot Evolution avec l'idée forte que évoluer c'est progresser. Crépin (2002) montre que, chez des élèves de 9-12 ans, le mot évolution recouvre plusieurs significations : *évoluer, c'est donner la vie à d'autres animaux, évoluer, c'est une invention technique, évoluer, c'est changer de forme au cours de la vie d'un individu*. Nous avons montré que dans le langage commun, ce même mot peut selon le contexte soit désigner le développement d'un individu, soit la transformation des espèces au cours des temps. Les élèves de l'école primaire sont plus enclins à se référer à la première approche de par l'expérience quotidienne. Un travail préalable d'émergence des représentations à propos du sens que les élèves donnent à ce terme pourrait s'avérer précieux. Il s'agit, entre autre, de combattre une idée répandue qui veut que évolution est obligatoirement associée à progrès, faire la distinction entre le registre du quotidien et le registre scientifique de façon très explicite. Mais quelle proposition adaptée à des élèves de l'école primaire peut-on faire pour montrer que l'évolution n'est pas obligatoirement associée à progrès ? Progrès apparaît comme un concept flou, une idée très contingente et subjective qui dépend du point de vue. Pour combattre cette idée qui associe évolution et progrès, il faut que les élèves aient accepté l'idée d'évolution au sens de l'adaptation.

D'autre part, parler d'évolution, au sens scientifique du terme, consiste à opérer un changement de point de vue : du point de vue individuel à un point de vue populationnel.

Mais cela est-il envisageable à l'école primaire connaissant le caractère contre-intuitif de la théorie darwinienne (Bronner, 2007) ? Est-il possible de trouver des exemples simples qui permettent d'aborder cette notion d'idée reçue ? On peut éventuellement évoquer certains attributs encombrants tels que les bois des cerfs, les plumes du paon mâle ou la livrée très colorée des faisans mâles qui les rendent plus vulnérables vis-à-vis des prédateurs.

2.1.4. Le rapport à la science

Dans l'introduction d'un livre du maître récent réalisé sous la direction d'André Giordan, les auteurs font le constat que les sciences telles qu'elles sont enseignées à l'école ne soulèvent que rarement les passions, qu'elles font peur et que le rapport aux sciences est devenu ambivalent dans notre société. Ils définissent alors des enjeux pour l'enseignement scientifique à l'école primaire. Ils rappellent qu'une culture scientifique et technique est indispensable pour permettre aux jeunes de se situer dans leur époque en ajoutant que les sciences *c'est une incroyable mine de possibilité sur le plan de la pensée* : elles favorisent en premier le goût de l'interrogation et développent parallèlement l'esprit critique et l'imaginaire. Ils préconisent d'enseigner les sciences autrement afin de *découvrir le plaisir de connaître, à l'état pur, les délices de la curiosité, l'envie de chercher à comprendre*.

Au delà de l'enseignement dédié au concept d'évolution, il nous semble donc indispensable d'inscrire cet apprentissage dans un cadre plus large, celui du rapport à la science. Autrement dit, inscrire dès l'école primaire des éléments simples d'épistémologie des sciences en précisant très clairement qu'il ne s'agit en aucune manière de faire des leçons d'épistémologie aux élèves ! On trouve déjà dans des manuels de tels éléments à propos notamment des différentes représentations du système solaire au cours des temps. Il s'agit de ne pas enseigner les connaissances scientifiques comme des vérités définitivement établies mais de montrer qu'elles s'appuient sur des faits observables, vérifiables, que la science a une histoire et que les idées scientifiques évoluent, que la science s'inscrit dans une histoire en se référant à quelques exemples simples. L'histoire du concept d'évolution des espèces en est un. Par ailleurs, suite au rapport Debray en 2002, l'introduction dans les programmes de l'école primaire, de l'enseignement du fait religieux doit, notamment, permettre une différenciation entre savoirs et croyances. Nous rejoignons ici les préconisations du *Socle commun des connaissances et de compétences* (MEN, 2006) qui précisent que *l'étude des sciences expérimentales contribue à faire comprendre aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part* ».

Nous pouvons alors envisager de fructueux liens entre enseignement de l'histoire et enseignement des sciences en développant des situations pédagogiques adaptées.

D'autre part, suite à la réflexion développée dans le cadre de l'opération La main à la pâte suivie du Plan de Renovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole (PRESTE), les programmes ont largement intégré la démarche d'investigation. Peut-on envisager au cycle 3 de l'école primaire, une réflexion plus distanciée, sur la démarche de construction des connaissances scientifiques ? Des propositions très concrètes existent depuis peu dans un manuel scolaire récent chez Nathan, *Toutes les Sciences* (Coquidé & al., 2008) où un premier chapitre introductif pose la question : c'est quoi « faire des sciences » ? et donne comme éléments de réponse : *faire des sciences, c'est avoir des idées, faire des sciences, c'est tester des idées, faire des sciences, c'est convaincre les autres*. Un second chapitre introductif répond à une question tout aussi essentielle : qu'est-ce que la démarche scientifique ?

Il nous semble important d'introduire une dimension épistémologique dans le cadre des situations pédagogiques que nous avons proposé. La situation « La corde du temps » permet de poser la question de la modélisation et de favoriser la conscience chez les élèves que la science utilise des modèles pour représenter une réalité mais qu'il ne s'agit pas de la réalité. Autrement dit, à travers de petites activités, on pose les prémices de la façon dont fonctionne la science, ses tenants et ses aboutissants. Répétons qu'il ne s'agit pas de proposer des leçons d'épistémologie aux élèves de l'école primaire. Cette question de la modélisation est d'autant plus intéressante qu'elle est pluridisciplinaire et que ce type d'activité de modélisation peut exister dans les autres disciplines (physique, chimie, technologie), en histoire, en géographie.

Il nous semble également intéressant de davantage « personnifier » la science sans pour autant basculer dans le culte du scientifique. Cette proposition nous paraît pertinente à l'école car elle doit permettre de donner des repères temporels concrets comme c'est le cas dans l'enseignement de l'histoire, des arts, d'inscrire la naissance des idées scientifiques dans l'histoire de l'Homme et de l'Humanité. Autre bénéfice : montrer l'universalité de la création des connaissances scientifiques. Autrement dit, montrer que ce que l'on sait aujourd'hui, ce que l'humanité partage est le résultat de multiples collaborations entre scientifiques de différents pays.

Il est évident que certains obstacles repérés au cours de l'étude ne pourront pas être dépassés à l'école primaire. Par exemple, l'impossibilité d'étudier les mécanismes évolutifs

ne permettra pas de dépasser complètement l'obstacle créationniste. Les questions autour de l'origine des espèces et de la spéciation ne pourront être résolues.

Soulignons également que ces différentes propositions pour l'apprentissage des sciences en général, du concept d'évolution des espèces en particulier, sont contraintes par l'institution. Dans les programmes 2008, le temps consacré à l'étude des champs scientifiques et technologiques est de 78 heures par année de cycle soit 9% de l'horaire globale annuel.

2.2. Des propositions pour la formation des maîtres

Un des résultats de notre étude montre que les connaissances que possèdent les enseignants sur le concept d'évolution sont rarement issues d'une formation professionnelle. En effet, les actions de formation continue semblent n'avoir pratiquement aucun impact : plus de 75% de notre échantillon ne reconnaissent pas en elles la source de leurs connaissances ! On peut déduire de ce résultat que les actions des plans de formation continue dans le premier degré concernent rarement, voire jamais, la question de l'évolution des espèces.

En revanche, d'autres dispositifs de formation scientifique destinés aux enseignants de l'enseignement primaire ne négligent pas la question. Le site de La main à la pâte (http://www.lamap.fr/?Page_Id=9&Action=1&DomainScienceType_Id=8) propose depuis 2001, une documentation scientifique et pédagogique conséquente sur le sujet, très régulièrement alimentée et mise à jour. On y trouve notamment les travaux de Bruno Chanet et François Lusignan, de Guillaume Lecoindre qui proposent des activités en direction de la classe. Ces activités concernent principalement la classification des êtres vivants.

Une question : ces ressources sont-elles suffisantes, adaptées pour aider les enseignants dans l'acquisition de l'acculturation nécessaire pour s'engager dans la mise en œuvre d'un tel enseignement ?

Nous l'avons dit, des obstacles à un enseignement efficace du concept d'évolution des espèces dès l'école primaire existent. Nous nous proposons de réfléchir aux éléments indispensables d'une formation d'enseignants polyvalents. Nous avons retenu trois aspects qui font écho aux propositions pour l'apprentissage :

- La question du rapport à la Science ;
- Le rapport à la théorie darwinienne de l'évolution ;
- La question de la transposition didactique.

2.2.1. Le rapport à la science

En novembre 2007, un colloque²³ intitulé « *Science en société au XXI^e siècle : autres relations, autres pratiques* » interroge le décalage qui existe entre science et société. Jean Pierre Alix, organisateur du colloque, l'analyse dans les termes suivants : « *Parce que Sciences et Société évoluent en permanence, suivant leur propre chemin, leur convergence n'a rien d'automatique. Aujourd'hui, la confiance de la société dans ses scientifiques est très grande. Ses attentes à leur égard n'ont jamais été aussi pressantes, face aux enjeux de demain, comme l'énergie, la santé, la préservation de l'environnement, le développement durable ou la communication. Mais paradoxalement, la méfiance dans les usages qui sont faits des découvertes scientifiques augmente. Si la science est perçue comme constitutive du progrès, elle est également perçue comme un facteur de risques. Le nucléaire, les OGM ou la crise de la vache folle en sont quelques exemples* ».

Rétablir un dialogue entre Science et société est donc incontournable. Il est vrai que la science n'a pas toujours été tendre avec les Hommes au cours de son histoire. En effet, à cause de la science, l'homme a perdu sa position privilégiée parmi les espèces (Darwin), sa planète n'est plus le centre de l'Univers (Copernic), son ère, le quaternaire ne représente qu'un millièème des temps géologiques (Holmes).²⁴

L'analyse de certaines réponses des enseignants de notre échantillon a montré qu'une partie d'entre eux ont établi un « rapport de confiance » avec la théorie de l'évolution (Mairone & Dupin, 2008), et au-delà avec toute connaissance scientifique, dans la mesure où elle est cautionnée par des scientifiques qui offrent une garantie d'authenticité socialement reconnue.

Afin d'enrichir ce rapport de confiance, il paraît indispensable d'inscrire dans la formation des maîtres une formation à l'épistémologie des sciences afin qu'ils puissent répondre à des questions basiques : qu'est-ce que la science ? Comment se construisent les connaissances scientifiques ? Quelle est le rôle de la science dans la société ? ...

Une telle formation devrait également permettre d'envisager les rapports entre science et religion. Dans une intervention à l'Université de Tous Les Savoirs (UTLS)²⁵, Jean Gayon (2007) montre comment le conflit entre évolution et religion a divisé, dès le début du XIX^e siècle, les scientifiques, le monde religieux et la société elle-même. D'autre part, il définit

²³ <http://www.cnrs.fr/colloques/sciences-societe/>

²⁴ <http://pagesperso-orange.fr/bernard.langellier/decouvertes/decentration.html>

²⁵ http://www.canal-u.tv/themes/sciences_humaines_sociales_de_l_education_et_de_l_information/generalites/theorie_de_l_evolution_et_creationnisme_jean_gayon

trois grandes conceptions du rapport entre Science et Religion qui remontent au XVIII^e siècle :

- le modèle du conflit qui considère que mentalité scientifique et mentalité religieuse sont incompatibles. Elles sont par nature en opposition ;
- le modèle de la séparation qui consiste à dire que Science et Religion répondent à des besoins humains différents, d'un côté, la connaissance, de l'autre, le salut. Ce régime de neutralité réciproque rejoint le principe de NOMA de Gould (2000). C'est le modèle majoritairement adopté par les scientifiques ;
- Le modèle de l'interaction positive dont un des chefs de file a été Theillard de Chardin, paléontologue catholique français renommé du XX^e siècle.

Verhaeghe & al. (2004) défendent cette introduction : « *Nous pensons que tous les enseignants – quels que soient leur discipline ou le niveau auquel ils enseignent – gagneraient à être initiés à une réflexion de nature épistémologique et à disposer de références en partie communes à ce sujet.* ». Ils rappellent que la réflexion épistémologique se situe au carrefour de plusieurs démarches : une démarche de type « philosophique », une démarche de type « scientifique » et une démarche qui s'intéresse fondamentalement à la « dimension humaine » de la construction des connaissances scientifiques (contexte historique, contexte socioculturel, personnalité du chercheur ...).

Depuis 2002, suite à la parution de nouveaux programmes, la formation des maîtres du premier degré s'est construite autour de la mise en œuvre de la démarche d'investigation à tous les niveaux et dans tous les domaines scientifiques de l'école primaire. Une réflexion épistémologique sur les démarches devra permettre un regard plus global sur les mécanismes de construction des connaissances scientifiques.

2.2.2. Le rapport à la théorie darwinienne de l'évolution

Étant donné le contexte actuel qui voit la théorie de l'évolution mise à mal par des groupes fondamentalistes, Jean Gayon (2008) préconise un « travail de front », autrement dit :

- ne plus faire comme si l'évolution était une simple idée : se référer à des modèles, des théories désignées, des corpus de données identifiés ;

- présenter les enjeux pratiques de l'évolution : l'évolution n'est pas seulement un enjeu théorique, elle éclaire un nombre croissant des grands défis techniques, sociétaux et planétaires ;
- placer la question sous l'angle des rapports entre science et public : ambivalence récurrente du public à l'égard de l'évolution.

Nous l'avons dit à de multiples reprises, la théorie de l'évolution est fondée sur des savoirs multiples et complexes, pas toujours facilement « vulgarisables ». Et pourtant, il paraît à tous, scientifiques et formateurs, essentiel d'inscrire cette question dans le domaine de d'acculturation en se référant aux techniques de formation reconnues en didactique des sciences (Astolfi & al., 2001) : travail à partir des représentations des enseignants, analyse du concept et réalisation de cartes conceptuelles simples.

Néanmoins, au delà des interférences entre science et religion, la théorie darwinienne présente une difficulté majeure dans le sens où c'est une théorie contre-intuitive (Bronner, 2007)²⁶. Sur la base d'une expérimentation auprès de 60 sujets qui vise à mesurer les représentations ordinaires de l'évolution biologique, Bronner montre que « *nous ne sommes pas naturellement darwiniens et la pensée ordinaire a beaucoup de mal à faire place au hasard* ». Il montre que la pensée darwinienne représente un coût cognitif et qu'il est beaucoup plus aisé de raisonner en terme finaliste (*les mutations génétiques ne se produisent pas aléatoirement mais tendent vers certaines fins, adaptatives en l'occurrence*).

La situation à la base de l'expérimentation est la suivante. Il soumet aux 60 sujets une « énigme » tirée d'un fait réel :

À l'état sauvage, **certains** éléphants sont porteurs d'un gène qui prévient la formation des défenses. Les scientifiques ont constaté récemment que **de plus en plus** d'éléphants naissent porteurs de ce gène (ils n'auront donc pas de défenses devenus adultes).
Comment expliquer cette situation ?

Cette même situation peut constituer une proposition pour la formation des maîtres. Elle permet, en effet, de révéler l'ambiguïté du raisonnement spontané dans le cas du concept d'évolution et de repérer un obstacle qui tient d'une part à une *erreur de négligence de la*

²⁶ <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-resistance-darwinisme-G-Bronner.xml>

taille de l'échantillon, d'autre à la méfiance vis-à-vis du hasard (hôte indésirable de la pensée humaine). Les phénomènes naturels relèvent d'un nombre de combinaisons et d'un temps proprement inimaginables pour le sens commun, compte tenu des limites de nos sens et de la durée moyenne de nos expériences.

Dans son étude, Bronner montrent que les scénarios spontanément proposés par 72% des interviewés sont finalistes (*les défenses des éléphants ne servaient plus et, devenues inutiles, elles tendaient à disparaître ; la disparition des défenses constituait une adaptation de l'espèce « éléphant » à l'environnement : les éléphanteaux mutaient pour se protéger de la convoitise des chasseurs*) alors que le scénario darwinien (*les braconniers ne tuant plus les éléphants sans défenses, ceux-ci n'ayant aucune valeur marchande, ces mutants sont plus nombreux dans la population et le gène qui prévient la formation des défenses se propage parmi les éléphants*) n'est proposé que par 27% des interviewés. Bronner montre qu'il y a un obstacle intellectuel pour devenir véritablement darwinien mais qu'une fois énoncée, l'hypothèse darwinienne est considérée comme plutôt convaincante.

Enfin, l'acculturation ne sera complète que si la formation s'intéresse aux liens entre concept d'évolution et religion de façon plus ciblée et permet de répondre à la question : pour quelles raisons la théorie de l'évolution est-elle la cible des créationnistes ?

2.2.3. Le rapport à l'enseignement de l'évolution

Les différentes considérations rappelées dans le chapitre III montrent que c'est un enseignement délicat à l'école primaire et au delà mais qu'il est indispensable au regard de la conception des sciences de la vie depuis la moitié du XX^e siècle. Dans un troisième temps, un dispositif de formation des maîtres interrogera la question de la transposition didactique. De très nombreuses questions doivent être posées : quel est le rapport institutionnel attendu ? Quel est le rapport personnel des élèves de cycle 3 au concept d'évolution ? Quels sont les obstacles à la mise en œuvre d'un enseignement de l'évolution ? Quelle(s) mise(s) en œuvre dans la classe ?

Nous envisageons ici des dispositifs de formation et des pratiques pédagogiques bien connues des didacticiens et des formateurs d'enseignants. Nous proposons :

- Un travail sur le concept par le biais des cartes conceptuelles afin d'analyser les programmes officiels pour en percevoir les enjeux ;
- Une analyse des manuels scolaires ;
- Une réflexion sur les niveaux de formulation ;

- Une analyse des conceptions des élèves et de leur rapport au savoir afin de repérer d'éventuels obstacles liés à des institutions extrascolaires ;
- Un travail sur les obstacles à l'apprentissage et leur franchissement ;
- Une réflexion sur l'introduction d'éléments d'épistémologie et d'histoire des sciences dès l'école primaire ;
- Une étude des ressources sans oublier la place éventuelle de partenaires tels que les musées, le rôle essentiel que peuvent jouer les fossiles dans un tel apprentissage ;
- La conception d'unités d'apprentissage en lien avec la démarche d'investigation.

Pour conclure, nous souhaitons rappeler les trois principes de formation proposés par Astolfi & al. (2001) et auxquels nous adhérons pleinement :

- L'implication du formé dans l'action qui lui est proposé, par le biais, par exemple de mises en forme. Les contenus de formation ont pour objectif premier de produire « *une mise en mouvement des personnes* » ;
- Une parenté entre les situations formatives et les situations didactiques. Autrement dit, la « forme » choisi pour la formation importe autant que son contenu ;
- La mise en place de dispositifs didactiques ouverts qui autorisent créativité, variations et adaptations de la part du formé. « *La formation n'est ni une manipulation des personnes ni une sorte de thérapie pour modifier en profondeur les personnes* ».

A ces trois principes, nous souhaitons en ajouter un quatrième : toute formation, quoique professionnelle, doit, explicitement, permettre un enrichissement culturel de l'individu au delà de son statut d'enseignant. Il s'agit, un instant, de laisser la classe de côté pour mieux y revenir dans un second temps, le temps de la conception, de la mise en forme de propositions pour l'enseignement.

3. Perspectives de recherche

3.1. Vers une ingénierie didactique et des propositions curriculaires

Dans le cadre de la recherche, nous nous sommes situés en amont de la situation d'enseignement. Mais, parallèlement au travail présenté dans ce mémoire, nous avons réalisé un travail en partenariat avec des enseignants de cycle 3 que nous souhaitons brièvement relater ici.

Dans le courant de l'année scolaire 2006/2007, une expérimentation a été conduite dans deux classes avec deux maîtres-formateurs volontaires dont les élèves ont répondu au questionnaire. Il s'agit des classes 1 et 3, toutes deux situées dans des écoles accueillant une population d'élèves non favorisée. Il a été demandé aux deux enseignants de concevoir une unité d'apprentissage à partir du libellé des programmes en vigueur à ce moment-là (B.O. HS n° 1 du 14 février 2002) à savoir *Des traces de l'évolution des êtres vivants (quelques fossiles typiques) ; les grandes étapes de l'histoire de la Terre ; notion d'évolution des êtres vivants*. Plus précisément, la « commande » a été la suivante :

Concevoir une (ou deux) unité(s) d'apprentissage sur deux items du programme de sciences expérimentales du cycle 3 : « Des traces de l'évolution des êtres vivants (quelques fossiles typiques) ; grandes étapes de l'histoire de la Terre ; notion d'évolution des êtres vivants ».

Les deux enseignants font partie de l'échantillon ayant renseigné le questionnaire et ils ont également été soumis à un entretien semi-directif en avril 2007 sur la base de trois questions majeures : pourquoi enseigner l'évolution à des élèves de cycle 3 ? Comment faire ? Quels difficultés et obstacles à ton avis ? Un guide d'entretien a été élaboré afin de garantir une homogénéité entre les différentes interviews (Bardin, 1996, Mialaret, 2004). Un double objectif est défini : obtenir des éléments sur la mise en œuvre grâce à la description de ce que les enseignants prévoient de faire avec leurs élèves (ce qu'ils pensent faire dans leur classe, avec leurs élèves), approfondir le rapport personnel au savoir « Evolution » de ces enseignants (sans pour autant tomber dans une étude clinique). Le

L'enseignante de la classe 1 n'a pas une formation initiale scientifique mais a tout de suite été très intéressée par la demande de réfléchir à une unité d'apprentissage sur ce sujet là d'autant que son domaine de prédilection est l'histoire. L'enseignant de la classe 3 a suivi un cursus universitaire dans le champ des Sciences de la vie et de la Terre. La demande de

concevoir une unité d'apprentissage sur l'évolution des êtres vivants a reçu un écho immédiat. L'enseignante de la classe a déroulé son apprentissage sur sept séances et y a consacré cinq heures 30. L'enseignant de la classe 2 a découpé son unité d'apprentissage en 5 séances et y a consacré trois heures au total.

Les séances ont été observées et enregistrées. Entretiens et séances de classe ont été intégralement retranscrits mais l'analyse n'a pas, à ce jour, été conduite à son terme.

Nous avons également réalisé des entretiens semi-directifs auprès de deux autres enseignants volontaires qui ont été intégralement retranscrits sur la base d'enregistrements audiophoniques. Au total, nous disposons de 3 heures d'enregistrement pour les entretiens des quatre enseignants et de 8 heures 30 d'enregistrement pour les séances de classe réalisées par deux d'entre eux. Le matériau pour poursuivre la recherche est de ce fait très riche. Nous nous situons ici dans une approche descriptive se démarquant de la prescription, il s'agit de s'intéresser « *au didactique ordinaire* » (Schubaeur-Léoni & Leutenegger, 2002). Dans une perspective de recherche, nous envisageons d'analyser ce corpus afin de concevoir et de tester une ingénierie didactique. D'autre part, la disparition de toute référence explicite au concept d'évolution dans les programmes 2008 de l'école primaire ne va pas dans le sens d'un renforcement de cet enseignement. Une réflexion sur une nouvelle proposition curriculaire nous paraît fort souhaitable.

3.2. Au delà du concept d'évolution, un croisement de points de vue

Nous avons évoqué à plusieurs reprises les interférences qui existent entre enseignement du concept d'évolution du vivant et d'autres champs de connaissances, présents ou non dans la sphère scolaire : les mathématiques avec le concept de grands nombres, l'histoire du fait de l'utilisation de frises chronologiques, la linguistique qui s'intéresse notamment aux interactions entre le langage et le monde (études contextuelles de la langue), le domaine religieux qui s'empare de questions communes... Nous voyons poindre ici l'importance de croiser divers points de vue pour tendre vers une formation et un enseignement efficaces du concept d'évolution dès l'école primaire. Cette perspective de recherche peut s'appuyer sur l'existence du séminaire « Enseigner l'évolution » (E2) créé en septembre 2008. Ce groupe de travail *vis*e à *questionner les éventuelles tensions constitutives de l'enseignement de la théorie de l'évolution dans les classes afin d'outiller la réflexion des enseignants et des formateurs sur cette problématique. Le groupe E2 réunit des membres de différentes unités et équipes de l'INRP, de l'Université Lyon 1 et de l'Université Montpellier 2. Il rassemble*

des chercheurs, des formateurs et des enseignants de différentes disciplines (biologie, didactique, philosophie, sociologie, littérature). La constitution de ce groupe favorise la diversité et la confrontation de points de vue. Ces interactions sont une richesse pour l'étude de la question complexe de l'enseignement de l'évolution qui dépasse le strict champ disciplinaire des sciences de la vie et de la Terre. Cette réflexion est conduite à plusieurs niveaux : la constitution du savoir lui-même, sa transposition didactique et le repérage d'obstacles épistémologiques, ses rapports avec le domaine de la croyance et celui de la raison scientifique, ses difficiles relations avec les demandes de reconnaissance ou de revendications identitaires des élèves.

En croisant divers points de vue, le groupe E2 alimente la réflexion sur des questions qui vont au-delà de l'apprentissage de concept d'évolution et qui mêlent le rôle de l'histoire, le fonctionnement de la science, la polysémie des mots et la question des valeurs.

D'autre part, depuis la mise en œuvre du nouveau programme de Sciences de la vie et de la Terre de la classe de troisième en septembre 2008 et la référence explicite à l'évolution, une réflexion sur la cohérence verticale du concept est intéressante à envisager dans le cadre d'une recherche. La comparaison des rapports personnels au savoir d'élèves de fin de cycle 3 de l'école primaire et de fin de collège devrait permettre d'évaluer, au delà des connaissances acquises, le rapport au savoir Évolution.

3.3. À propos de modèles et modélisation

Nous avons vu qu'un des obstacles majeurs à l'apprentissage du concept d'évolution est le rapport au temps long. Les propositions que nous avons retenues pour la structuration du temps long et le franchissement de cet obstacle sont des activités qui mettent en jeu soit un modèle (lecture d'un calendrier de la terre) soit une modélisation (réalisation de la corde du temps). Nous pouvons envisager, dans le cadre d'une recherche, de tester et comparer ces différentes propositions afin d'en définir l'efficacité dans la construction du rapport personnel au temps long. Cette perspective de recherche peut s'appuyer sur l'existence, depuis juin 2006, d'un séminaire de recherche en didactique de la géologie initié et animé par Denise Orange qui s'intéresse aux questions de modèles et modélisation dans les sciences de la Terre. Les modèles sont très présents dans les sciences de la vie et de la Terre et on les retrouve à tous les niveaux de l'enseignement. Nombreuses sont également les activités de modélisation que l'on peut recenser dans les manuels scolaires et autres guides pédagogiques du premier et second degré. Plusieurs questions se posent alors : quelle(s) fonction(s) des modèles les élèves de l'école primaire peuvent-ils utiliser ? Dans quelle(s) mesure(s) des élèves de l'école

primaire peuvent-ils entrer dans une démarche modélisante ? Comment envisager un apprentissage de la démarche modélisante à l'école primaire ? En quoi un travail sur modèles et modélisation permet-il de comprendre le fonctionnement de la science ?

Bibliographie

- ALLANO L. & CLAMENS A. (2000). *L'évolution, des faits aux mécanismes*. Paris : Ellipses.
- ARNOULD J. (2007). *Dieu versus Darwin. Les créationnistes vont-ils triompher de la science ?* Paris : Albin Michel.
- AROUA S., COQUIDÉ M. & ABBES S. (2001). *Les rapports d'élèves tunisiens à l'évolution du vivant et leurs référentiels d'argumentations*. In IUFM d'Aix-Marseille (éd.), *Actes des 2èmes rencontres scientifiques de l'A.R.D.I.S.T.*
- AROUA S. (2006). *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*. Thèse de 3ème cycle. ENS Cachan / ISEFCT Tunis.
- AROUA S., COQUIDÉ M. & ABBES S. (2007). Interventions de l'enseignant en médiation et développement d'un discours distancié dans l'enseignement de l'évolution du vivant en Tunisie. In IUFM de Montpellier (éd.), *Actes des 5^e rencontres de l'ARDIST*, Montpellier, p. 9-16.
- ASGHAR A., WILES J.R. & ALTERS B. (2007). *Canadian pre-service elementary teachers' conceptions of biological evolution and evolution education*. McGill Journal of education, vol. 42, n° 2, p. 189-209.
- ASTOLFI J.-P., DAROT E ; GINSBURGER-VOGEL Y & TOUSSAINT J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles, De Boeck Université.
- ASTOLFI J.-P., DAROT E ; GINSBURGER-VOGEL Y & TOUSSAINT J. (2001). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles, De Boeck Université.
- ASTOLFI J.-P. & DEVELAY M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : PUF Que sais-je ?
- BACHELARD G. (2004). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin.
- BARDIN L. (1996). *L'analyse du contenu*. Paris : P.U.F.
- BARRIEL V. (2007). *L'ADN fossile*. CNRS, Sagasciences <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html> (consulté le 23 janvier 2009).
- BEESON V. & CULP T. (1995). *Using concept maps to teach evolution*. http://www.accessexcellence.org/AE/AEPC/WWC/1995/concept_maps.php (consulté le 10/07/09)

- BEILLEROT J. et al. (1989). *Savoir et rapport au savoir. Elaborations théoriques et cliniques*. Paris, Ed. Universitaires.
- BEN ABDERAHMANE M.-L. (2000). Pertinence et limites de la notion de "rapport au savoir" en didactique des sciences. In A. Chabchoub (éd.), *Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences, Actes du 5^{ème} Colloque international de didactique et d'épistémologie des sciences*, Sfax, pp. 187-194.
- BIGOT R. & HATCHUEL G. (2001). *Les cadres dans la société française, un groupe cohérent et homogène ?* Credoc <http://www.credoc.fr/publications/abstract.php?ref=C166> (consulté le 22/05/09).
- BISHOP BA & ANDERSON CW (1990). *Student conceptions of natural selection and its role in evolution*. Journal Research Science Teacher 27:415–427
- BLACKWELL W.H., POWELL M. J & DUKES G. H. (2003). *The problem of student acceptance of evolution*. Journal of Biological Education 37 (2), 58-67.
- BOULINIER T. (2007). *L'écologie évolutive*. CNRS, Sagasciences <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html> (consulté le 23 janvier 2009).
- BRASSEUR A. (2007). *Les dangers du créationnisme dans l'éducation*. Rapport n° 11375 de la commission de la culture, de la science et de l'éducation du Conseil de l'Europe.
- BREUIL M. (2002). *Dictionnaire des Sciences de la Vie et de la Terre*. Paris : Nathan.
- BRONDEX F. (1999). *Evolution : synthèse des faits et théories*. Paris : Dunod.
- BRONNER G. (2007). *La résistance au darwinisme : croyances et raisonnements*. <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-resistance-darwinisme-G-Bronner.xml> (consulté le 18/06/2009).
- CANTOR M., LANGE J.-M. & MARTINET I. (1996). *De la découverte du monde à la biologie aux cycles 2 et 3*. Paris : Nathan Pédagogie.
- CATEL L., COQUIDE M. & GALLEZOT M. (2002). « *Rapport au savoir* » et apprentissage différencié de savoirs scientifiques chez les collégiens et les lycéens : quelles questions ? ASTER, n° 35, p. 123-148.
- CHABCHOUB A.(2001). Rapports aux savoirs scientifiques et culture d'origine. In B. Charlot (éd.), *Les jeunes et le savoir*. Paris, Anthropos, p. 117-131.
- CHALINE J. (2006). *Quoi de neuf depuis Darwin ? La théorie de l'évolution des espèces dans tous ses états*. Paris : Ellipses.
- CHALMERS A. (1987). *Qu'est-ce que la science ?* Paris : La Découverte.
- CHARLOT B. (1997). *Du rapport au savoir. Éléments pour une théorie*. Paris : Anthropos.

- CHARLOT B. (2000). La problématique du rapport au savoir. In A. Chabchoub (éd.), *Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences, Actes du 5^{ème} Colloque international de didactique et d'épistémologie des sciences*, Sfax, pp. 13-24.
- CHARLOT B. (2002). *Du rapport au savoir. Eléments pour une théorie*. Paris, Anthropos.
- CHARLOT B. (2003). *La problématique du rapport au savoir*. In S. Maury & M. Caillot (éd.), *Rapport au savoir et didactiques, Education et sciences*. Paris, Fabert, pp. 33-50.
- CHARTRAIN J.-L. (2003). *Rôle du rapport au savoir dans l'évolution différenciée des conceptions scientifiques des élèves. Un exemple à propos du volcanisme au cours moyen 2*. Thèse de 3ème cycle. Université Paris 5.
- CHARTRAIN J.-L. & CAILLOT M. (1999). *Apprentissages scientifiques et rapport au savoir : le cas du volcanisme au CM2*. . In ENS Cachan (éd.), *Actes des 1^e rencontres de l'ARDIST*, Cachan, p. 131-136
- CHEVALLARD Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir à enseigner*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- CHEVALLARD Y. (1992), Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 12, n°1, p.73-112.
- CHEVALLARD Y. (2003). *Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques*. In S. Maury & M. Caillot (sous la direction de), *Rapport au savoir et didactiques, Education et sciences*. Paris, Fabert.
- CLEAVES A. & TOPLIS R. (2007). *In the shadow of Intelligent Design : the teaching of evolution*. *Journal of Biological Education*, vol. 41, n° 1, p. 30-35.
- COBERN W & LOVING C. (2005). Thinking about science and christian orthodox beliefs: a survey study of preservice elementary Teachers. *Actes des 8e IHPST conference*, Leeds. http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers/Cobern_Loving.pdf
- COLBURN A. & HENRIQUES L.(2006). Clergy views on evolution, creationism, science, and religion, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 43, n°. 4, p. 419–442
- CONRY Y (1969). *Darwin, textes choisis*. Paris, Presses Universitaires de France.
- COQUIDE M., FAUCHE A., GARNIER C., GIORDAN A., L'HARIDON A. & PELLAUD F. (2008). *Toutes les sciences. Livre du maître*. Paris, Nathan.
- CRAWFORD B., ZEMBAL-SAUL C., MUNFORD D. & FRIEDRICHSEN P. (2005). Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 42, n° 6, p.613-637.

- CREPIN P. (2002). *Des conceptions initiales aux systèmes explicatifs des élèves de l'école primaire sur l'origine des espèces*. Grenoble, Grand N n° 70.
- DAVID B. (2007). *Les mécanismes de l'évolution. Développement et évolution*. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html> (consulté le 13 mai 2008)
- DAVID P. & SAMADI S. (2006). *La théorie de l'évolution : une logique pour la biologie*. Paris : Flammarion.
- DARWIN Ch. (1921). *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature*. Traduit sur l'édition anglaise définitive (6^{ème} édition) par Edmond Barbier. Paris : Alfred Costes Editeur. http://classiques.uqac.ca/classiques/darwin_charles_robert/origine_especes/origine_especes.html (consulté le 21 janvier 2009).
- DARWIN Ch. (1992). *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*. Texte établi par D. Becquemont à partir de la traduction d'Edmond Barbier d'après la 1^{ère} édition anglaise. Paris, Flammarion.
- DARWIN CH. (2008). *L'autobiographie*. Paris, Seuil.
- DE PANAFIEU J.-B. (2008). *Les pinsons des Galápagos*. Les dossiers de la Recherche N° 33.
- DE VECCHI G. & GIORDAN A. (1994). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?* Nice : Z'Éditions.
- DELL'ANGELO-SAUVAGE M. (2005). *La relation à l'animal pour construire un rapport au vivant chez l'enfant*. In Grand N, n° 75, p 77-92.
- DELL'ANGELO-SAUVAGE M. (2007). *De l'école au collège : Le rapport au vivant d'élèves de 10 à 12 ans : en quoi les enseignements de SVT en 6e font-ils évoluer le rapport au vivant des élèves ?* Thèse de 3^e cycle. ENS Cachan.
- DEMOUNEM R. & ASTOLFI J.-P. (1996). *Didactique des sciences de la vie et de la terre*. Paris : Nathan Pédagogie.
- DENIZ H., DONELLY L. & YILMAZ I (2007). *Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers : toward a more informative conceptual ecology for biological evolution*. Journal of Research in Science Teaching 45, 420-443.
- DESBEAUX-SALVIAT B. & ROJAT D. (2006). *Réalité et virtualité dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre*. INRP Aster n° 43, p. 109-132.

- DESMATES SS, SEETLAGE J. & GOOD R. (1995) *Students' Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution: Cases of Replication and Comparison*. . Journal of Research in Science Teaching 32, 535–550.
- DEUNFF J., LAMEYRE J. & al. (1990). *Contribution à la définition de modèles didactiques pour une approche de la géologie à l'école élémentaire et dans la formation des maîtres*, M.E.N. Direction des Ecoles.
- DEVELAY M. (2000). *A propos des savoirs scolaires*. VEI Enjeux, n° 123. Consultable en ligne www.sceren.fr/revuevei/123/02803711.pdf
- DUBOIS L. (2005). *Histoire de la paléontologie, Darwin et théorie de l'évolution*. <http://www.geopolis-fr.com/art35-fossile-fossiles.html> (consulté le 13 mars 2007)
- DUPIN J.-J., ROUSTAN-JALIN M. & BEN MIM H. (1999). *Filles et garçons face aux sciences et à la technologie : des questions pour la didactique ?*. Actes des 1^e rencontres de l'ARDIST, Cachan, p. 7-12.
- ELLENBERGER F. (1998). *Géologie*. Paris, EU et Albin Michel.
- FERRARI M. & CHI M. (1998). *The nature of naive explanation of natural selection*. IJSE, 20, 1231-1256.
- FASEB (2008). *Evolution and Its Discontents: A Role for Scientists in Science Education*. *The FASEB Journal*, vol. 22, janvier 2008, p. 2-4. Téléchargeable à l'adresse: <http://www.fasebj.org/cgi/content/full/22/1/1?eaf>
- 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.
- FOURREL C. & LOISEL J.-P. (1999). *Consommations et modes de vie . Huit français sur 10 concernés par la vie associative*. CREDOC <http://www.credoc.fr/publications/abstract.php?ref=CMV133> (consulté le 22/05/09).
- FREUD S. (1916). *Introduction à la psychanalyse*. Paris : Payot. http://classiques.uqac.ca/classiques/freud_sigmund/intro_a_la_psychanalyse/intro_psychanalyse.html (consulté le 15/01/09)
- GAYON J. (2004). *De la biologie comme science historique*. Revue en ligne *Sens Public*, http://www.sens-public.org/spip.php?page=imprimersans&id_article=32

- GAYON J. (2007). *Théorie de l'évolution et créationnisme*. Université de tous les savoirs. http://www.canalu.tv/themes/sciences_humaines_sociales_de_l_education_et_de_l_informati_on/generalites/theorie_de_l_evolution_et_creationnisme_jean_gayon (consulté le 10/07/2009).
- GAYON J. (2008). *L'évolution, champ professionnel ou débat public ?* Actes du séminaire "Enseigner l'évolution" 13 et 14 novembre 2008. Paris – Académie des Sciences. Consultable en ligne <http://www.educnet.education.fr/svt/actualites/actes%20seminaire%20evolution%20SVT%20Philo>
- GIMBLE E. (2006). *Modern Evolution Theory*. http://outreach.mcb.harvard.edu/lessonplans_S06.htm (consulté le 10/07/09).
- GIORDAN A. & DE VECCHI G. (1987). *Les origines du savoir*. Lausanne : Delachaux & Niestlé.
- GOUANELLE C. & SCHNEEBERGER P. (1995), *Enseigner les fossiles à l'école primaire*. In ASTER n° 21, Enseignement de la géologie, Paris, INRP, pp. 81-107.
- GOULD S.-J. (1997). *Darwin et les énigmes de la vie. Réflexions sur l'histoire naturelle*. Paris, Seuil.
- GOULD S.-J. (2000). *Et Dieu dit : "Que Darwin soit !"*. Paris, Seuil.
- GOULD S.-J. (2006). *La structure de la théorie de l'évolution*. Paris : Gallimard.
- GUICHARD J., DAVID L., DECOURCHELLE M.-C., GUICHARD F. & LEMAIRE M. (2005). *Sciences expérimentales et Technologie. CM Cycle 3*. Paris : Hachette Éducation.
- HATCHUEL F. (2005). *Savoir, apprendre, transmettre : une approche psychanalytique du rapport au savoir*. Paris, La Découverte.
- HRAIRI S. & COQUIDÉ M. (2002). Attitudes des élèves tunisiens par rapport à l'évolution biologique. *Aster*, n° 35, p. 149-163.
- INGRAM E. & NELSON C. (2006). Relationship between achievement and students' acceptance of evolution or creation in an upper-level evolution course. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 43, n°, p. 7-24.
- JACOBI D. (1994). *Du réseau à la carte : une analyse critique des la représentation graphique des concepts scientifiques*. *Didaskalia* n° 5 pp. 7-9.
- JACOBI D., BOQUILLON M. & PRÉVOST P. (1994). *Les représentations spatiales de concepts scientifiques : inventaire et diversité*. *Didaskalia* n° 5 pp. 11-23.
- JELMAN Y. (2002). *Le rapport aux objets de savoirs comme critère de différenciation entre les apprenants : cas de la foudre*. *Cahiers pédagogiques : les chroniques du métier*.

JOHSUA S. & DUPIN J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, P.U.F.

JONNAERT P. & VANDER BORGHT C. (2003). *Créer des conditions d'apprentissage. Un cadre de référence socioconstructiviste pour la formation didactique des enseignants*. Bruxelles : De Boeck.

JORON M. & OLIVIERI I. (2007). *Les recherches actuelles. La sélection naturelle*. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html> (consulté le 25 mai 2008)

JOURDAN I. (2007). *Rapport au savoir des enseignants débutants en EPS : deux études de cas*. Strasbourg, Actes du congrès international AREF http://www.congresintaref.org/actes_site.php.

KALALI F. (2007). *Rapport au savoir : bilan de la place du sujet dans les différents travaux*. Strasbourg, Actes du congrès international AREF. http://www.congresintaref.org/actes_site.php.

KAMPOURAKIS K. & ZOGZA V (2007). *Students' preconceptions about evolution: How accurate is the characterization as "Lamarckian" when considering the history of evolutionary thought ?* Science & Education, vol 16, n° 3-5, p. 393-422 <http://www.springerlink.com/content/d3112864qp640568/?p=1a6b6bc3b9e94394bc5c4ed3906a705f&pi=2> (consulté le 09 janvier 2009)

LAMARCK J.-B. (1801). *Système des animaux sans vertèbres*. Paris, Deterville libraire, pp. 403. En ligne : <http://www.lamarck.cnrs.fr>

LANGLOIS Cyril (2006). *L'évolution montrée par les fossiles*. <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-fossiles-transitions.xml> (consulté le 23 janvier 2009).

LANGLOIS Cyril (2006). *Tiktaalik, témoin de la transition poissons sarcoptérygiens-tétrapodes*. <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-tiktaalik-2006-06-01.xml> (consulté le 27 juin 2009).

LEBEAUME J.& COQUIDE M. (2002). *Hétérogénéité – différenciation : recherches et questions*. ASTER n° 35, p. 3-15.

LECOINTRE G. (Dir.) (2002). *Comprendre et enseigner la classification du vivant*. Paris : Belin.

LECOINTRE G. (2007). *Evolution et créationnismes*. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/articles/chap1/lecointre1.html>

LECOINTRE G. & Le GUYADER H. (2006). *Classification phylogénétique du vivant*. Paris, Belin.

- LECOURT D. (1998). *L'Amérique entre la bible et Darwin*. Paris, P.U.F.
- LEGARDEZ A. & SIMONNEAUX L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité : Enseigner les questions vives*. Issy-les-Moulineaux : ESF.
- LE GUYADER H. (2007). *Qu'appelle t'on évolution ? L'évolution biologique dans les théories et les faits*. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html> (consulté le 26 mai 2008)
- LORILLOT V. (2007). *Quels rapports aux savoirs scientifiques en arts appliqués ? Le cas d'enseignants de sciences physiques et d'arts appliqués*. Strasbourg, Actes du congrès international AREF
- LUSIGNAN F. & CHANET B. (2007). *Enseigner l'évolution biologique dès l'école primaire : du rêve à la réalité*. http://www.perigord.tm.fr/~ecole-scienc/pages/activite/monde_vivant/so_monde_vivant.php?activite=activite&monde_vivant=monde_vivant (consulté le 09 janvier 2009)
- MAIRONE C. (2004). *Concept de fossile et rapport(s) au(x) savoir(s) : une étude au cycle 3 de l'école primaire*. Mémoire de DEA Université de Provence (non publié).
- MAIRONE C. & DUPIN J.-J. (2005). Concept de fossile et rapport au(x) savoir(s) : une étude au cycle 3 de l'école primaire. In IUFM de Lyon (éd.), *Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST*, Lyon.
- MAIRONE C. (2007). *De l'institution scolaire aux professeurs des écoles : quel(s) rapport(s) au savoir « Evolution des êtres vivants » ?* Strasbourg, Actes du congrès international AREF. http://www.congresintaref.org/actes_site.php.
- MAIRONE C. & DUPIN J.-J. (2008). *Rapport au savoir « Évolution des espèces vivantes » chez des professeurs des écoles primaires françaises*. Didaskalia 33 pp. 33-61.
- MAURY S. & CAILLOT M. (2003). *Quand les didactiques rencontrent le rapport au savoir*. In S. Maury & M. Caillot (éd.), *Rapport au savoir et didactiques*, Education et sciences. Paris, Fabert, pp. 13-32.
- MAYR E. (1995). *Histoire de la biologie. Diversité, évolution et hérédité. 2. De Darwin à nos jours*. Paris, Fayard.
- MEN (1985a). *Ecole élémentaire : programmes et instructions*, Paris : C.N.D.P.
- MEN/Direction des écoles (1985b). *Ecole élémentaire : compléments aux programmes et instructions*, Paris : C.N.D.P.
- MEN (1995). *Programmes de l'école primaire*, Paris : CNDP.
- MEN (1997). *Qu'apprend-on à l'école élémentaire*, Paris, CNDP – XO Editions, 2007.
- MEN (2002a). *Qu'apprend-on à l'école élémentaire ?* Paris, CNDP.

- MEN (2002b). Fiches connaissances. Documents d'application des programmes. SCEREN, CNDP. Consultable en ligne <http://www.cndp.fr/lesScripts/bandeau/bandeau.asp?bas=http://www.cndp.fr/ecole/sciences/connaissances/presentation.htm>.
- MEN (2008). Programme de l'école primaire. B.O. du 19 juin 2008.
- MONOD J. (1970). *Le hasard et la nécessité*. Paris : Seuil.
- MIALARET G. (2004). *Les méthodes de recherche en sciences de l'éducation*. Paris : P.U.F.
- MUNOZ F., QUESSADA M.-P. & CLEMENT P. (2007). Des analyses statistiques multivariées pour traiter les données issues de questionnaires : conceptions d'enseignants et futurs enseignants de douze pays sur l'Evolution. In IUFM de Montpellier (éd.), *Actes des 5^e rencontres de l'ARDIST*, Montpellier, p. 297-304.
- National Academy of Sciences (2008). *Science, Evolution and Creationism*. NAS (éd.). Téléchargeable en ligne: <http://www.nap.edu/catalog/11876.html>
- NOVAK J.-D. (1990). *La théorie qui sous-tend les cartes conceptuelles et la façon de les construire*. <http://sites.estvideo.net/gfritsch/doc/rezo-cfa-410.htm#haut> (consulté le 10/07/09)
- NOVAK J. D. & CANAS A. J. (2006). *The origin of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool*. <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/OriginsOfConceptMappingTool.pdf> (consulté le 08/07/2008)
- NOVAK J. D. & CANAS A. J. (2008). *The theory underlying concept map and how to construct and use them*. <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> (consulté le 08/07/2008)
- ORANGE C. (2008). *Les fonctions épistémologiques de l'évolution dans les programmes de SVT français*. Consultable en ligne [www.snes.edu/.../Epistemologie de l evolution C-Orange.pdf](http://www.snes.edu/.../Epistemologie_de_l_evolution_C-Orange.pdf)
- PAUTAL É, VENTURINI P. & DUGAL J.-P. (2008). *Prise ne compte du rapport au savoir pour mieux comprendre un système didactique. Un exemple en SVT à l'école élémentaire*. Didaskalia n°33 pp. 63-88.
- PENET L. (2006). *En attendant Darwin...* <http://laurent.penet.free.fr>
- PERBAL L., SUSANNE C. & SLACHMUYDER J.-L. (2006). *Evaluation de l'opinion des étudiants de l'enseignement secondaire et supérieur de Bruxelles vis-à-vis des concepts d'évolution (humaine)*. www.didac.ehu.es/antropo/12/12-1/Perbal.htm
- PICQ P. (2007a). *Faits et causes pour l'évolution*. Pour La Science 357

- PICQ P. (2007b). *Lucy et l'obscurantisme*. Paris, Odile Jacob.
- POSTEL-VINAY O. (2008). *Cent cinquante ans d'affaire Darwin*. L'Histoire 328.
- QUESSADA M.P., MUNOZ F. & CLEMENT P. (2007). *Les conceptions sur l'évolution biologique d'enseignants du primaire et du secondaire de 12 pays (Afrique, Europe et Moyen Orient) varient selon leur niveau d'étude*. AREF Strasbourg.
http://www.congresintaref.org/actes_pdf/AREF2007_Marie-Pierre_QUESSADA_407.pdf
- QUESSADA M.P (2008). *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et aujourd'hui, ici et ailleurs : programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants*. Thèse de 3^{ème} cycle. Montpellier 2.
- RIOPEL M. (2006). Epistémologie et enseignement des sciences.
<http://www.er.uqam.ca/nobel/r20507/epistemologie/> (consulté le 12 juin 2008)
- ROLANDO J.-M., SIMONIN G., POMIER P., NOMBLOT J., LASLAZ J.-F ; & COMBALUZIER S. (2004). Sciences. Guide du maître. Paris, Magnard.
- RUMELHARD G. (2006). *Evolution et créationnisme*.
www.snes.edu/observ/spip/IMG/pdf/Evolution_et_creationnisme_G-Rumlhared.pdf
- RUMELHARD G. (2007). « Créationnisme scientifique » et « intelligent design » versus la théorie scientifique de l'évolution. Didaskalia 31 pp.
- SAMARAPUNGAVAN A. & WIERS R.W. (1997) *Children's thoughts on the origin of species: a study of explanatory coherence*. Cognitive Science 21(2):147–177.
- SELOSSE M.-A. & GODELLE B. (2007). *Une idée reçue : l'évolution mène au progrès*.
<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-evolution-progres.xml> (consulté le 27 juin 2009).
- SIMONNEAUX L. (2003). Les savoirs « chauds » entre sciences et valeurs. In Astolfi (éd.), *Éducation et formation : nouvelles questions, nouveaux métiers*, ESF, Paris
- SINATRA G., SOUTHERLAND S., MCCONAUGHY F. & DEMASTES J. (2003). *Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution*. Journal of Research in Science Teaching, vol. 40, n0. 5, p. 510–528
- SCHUBAUER-LEONI M.-L. (1986). Le contrat dans l'élaboration d'écritures symboliques par des enfants de 8-9 ans, *Interactions didactiques*, n°7, Université de Genève (éd.)
- SCHUBAUER-LEONI M.-L. & LEUTENEGGER F. (2002). Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire. In *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation*. Bruxelles, De Boeck.

- STOLBERG T. (2007). *The religio-scientific framework of preservice primary teacher : an analysis of their influence on their teaching of science*. International Journal of Science Education vol. 29, n° 7, pp. 909-930.
- TERRISSE A. (2007). *Rapport au savoir et enjeux de savoirs pour des enseignants d'EPS*. Strasbourg, Actes du congrès international AREF.
http://www.congresintaref.org/actes_site.php.
- TIBERGHEIN A. (1994). *Choix sous-jacents à la construction de représentations spatiales de concepts*. Didaskalia n° 5 pp.53-62.
- VENTURINI P. (2005). Influence de quelques composantes de l'environnement scolaire sur le rapport entretenu par des élèves de seconde avec les savoirs de la physique. . In IUFM de Lyon (éd.), *Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST*, Lyon.
- VENTURINI P. (2007a). *Utilisation du rapport au savoir en physique : premier bilan*. Strasbourg, Actes du congrès international AREF.
http://www.congresintaref.org/actes_site.php.
- VENTURINI P. (2007b). *L'envie d'apprendre les sciences. Motivation, attitudes, rapport aux savoirs scientifiques*. Paris, Faber Education et Sciences.
- VERRET M. (1975). *Le temps des études*. Paris, Honoré Champion.
- VEUILLE M. (2007). *L'origine des espèces*. Dossier Sagasciences
<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html> (consulté le 15 janvier 2009)
- YAHYA H. (2006). *L'atlas de la création*. Istanbul, Éditions, Global.

ANNEXES

Annexe 1 : QUESTIONNAIRE ENSEIGNANTS CYCLE 3

Ce questionnaire s'inscrit dans un travail de recherche universitaire et s'accompagne d'un engagement à une totale confidentialité.

Depuis combien de temps enseignez-vous ?

A quel niveau du cycle 3 enseignez-vous ?

Depuis combien de temps ?

Avez-vous enseigné à d'autres niveaux du cycle 3 ? Entourer la réponse choisie

OUI – NON

Si oui, le(s)quel(s) ?

Pendant combien d'années ?

Dans quelle école êtes-vous actuellement ?

Comment caractériseriez-vous votre public scolaire ?

Pouvez-vous nous indiquer votre diplôme le plus élevé ?

Champ disciplinaire²⁷ (DEUG Histoire, Licence Physique, Maîtrise STAPS ...) :

Année d'obtention :

Le questionnaire

1. Aujourd'hui, la plupart des scientifiques affirment : **"Les êtres vivants ont évolué depuis leur apparition sur Terre jusqu'à leur forme actuelle"**

❖ Êtes-vous d'accord avec cette affirmation ? Entourer la réponse choisie

Oui - Non

❖ Si oui, pourquoi ?

❖ Si non, pourquoi ?

²⁷ Pour un diplôme de 3^{ème} cycle type DEA "Sciences de l'éducation", précisez, si nécessaire, le domaine d'obtention de la maîtrise

2. D'après vous, sur quel(s) indice(s) les scientifiques s'appuient-ils pour argumenter l'idée d'évolution ?

3. Avez-vous entendu parler de la Théorie de l'Evolution ? Entourer la réponse choisie

OUI – NON

Si oui, que pouvez-vous en dire ?

4. Voici quatre affirmations. Dites, en cochant une case sur une échelle allant de "Tout à fait d'accord" à "Pas du tout d'accord", ce que vous pensez de chacune d'entre elles

❖ *La Théorie de l'Evolution est LA théorie qui permet de comprendre et d'expliquer l'évolution de TOUS les êtres vivants (l'Homme y compris) au cours des temps géologiques.*

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

❖ *D'autres théories scientifiques permettent d'expliquer l'évolution des êtres vivants au cours des temps géologiques.*

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

❖ *La Théorie de l'Evolution permet de comprendre et d'expliquer l'évolution des êtres vivants au cours des temps géologiques mais ne permet pas de rendre compte de celle de l'Homme.*

☐	☐	☐	☐
Tout à fait d'accord		Pas du tout d'accord	

❖ *Des approches autres que scientifiques permettent d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants sur Terre.*

--	--	--	--

Tout à fait d'accord
Pas du tout d'accord

5. Si vous pensez que la Théorie de l'Evolution est la SEULE qui permet d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants, quels en sont les arguments décisifs ?

Si vous pensez que la Théorie de l'Evolution n'est pas la SEULE qui permet d'expliquer l'apparition et l'évolution des êtres vivants, quels arguments la mettent en doute ?

Avez-vous entendu parler d'autres approches possibles pour expliquer l'apparition et l'évolution des espèces ? Entourer la réponse choisie OUI – NON

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

6. A votre avis, vos connaissances sur ce thème se sont construites grâce à :

❖ Votre formation scolaire

Oui	Non	Je ne sais pas

❖ Votre formation universitaire

Oui	Non	Je ne sais pas

❖ Votre formation continue (préciser)

Oui	Non	Je ne sais pas

❖ Des activités personnelles (préciser chaque réponse si cela est possible)

- ◆ Des lectures
- ◆ Des émissions, des films
- ◆ Des expos, des visites de musées :
- ◆ Des conférences
- ◆ Autres

7. Enseignez-vous à vos élèves les notions de fossiles et d'évolution des espèces (Entourez la ou les réponses choisies) ?

- ❖ Oui dans ma classe actuelle
- ❖ Oui dans une autre classe (ateliers, échanges de service)
- ❖ Oui dans une classe antérieure
- ❖ Non

Si oui,

❖ Pour quelles raisons ?

❖ Combien de temps consacrez-vous à ce sujet d'étude ?

❖ Quels supports utilisez-vous ? Cocher la réponse choisie

Types de supports		Oui	Non
Fossiles			
Visites			
Intervenant(s) extérieur(s)			
Supports documentaires	Manuels		
	Articles de revues		
	Films		
	Autre(s)		
Autres (préciser)			

Si non, pourquoi ?

Selon vous, quels sont les difficultés et obstacles de la mise en place d'un tel enseignement dans une classe :

- ❖ pour l'enseignant(e) ?
- ❖ pour les élèves ?

Actuellement, les questions autour de l'évolution font débat dans certaines sociétés.

En avez-vous entendu parler ?

Si, oui, par qui et/ou à quelle(s) occasion(s) ?

D'après vous, ces débats pourraient-ils avoir une influence sur l'apprentissage par les élèves des notions d'évolution des espèces en général et de l'Homme en particulier ?

Vous référez-vous à un courant de pensée (philosophique, politique, pédagogique ...) ? Entourer la réponse choisie

OUI - NON

Si oui, lequel ?

Si oui, comment qualifieriez-vous votre degré d'investissement ?

Nul	
Occasionnel	
Régulier	

Vous référez-vous à une religion ? Entourer la réponse choisie

OUI - NON

Si oui, comment qualifieriez-vous votre degré de pratique religieuse ?

Nul	
Occasionnel	
Régulier	

Pouvez-vous nous indiquer à quelle religion vous vous référez ?

Appartenez-vous à une ou plusieurs associations ? Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Il se peut que vous n'ayez pas répondu à certaines questions. Pouvez-vous nous en indiquer la ou les raisons ? Cocher la ou les réponses choisies

- ☐ Questions trop personnelles
 - ☐ Questions peu claires, ambiguës
 - ☐ Questions redondantes
 - ☐ Questions trop complexes
 - ☐ Impossibilité de répondre en quelques mots
 - ☐ Questions faisant appel à des connaissances que vous ne possédez pas
 - ☐ Autre (à préciser)
-

Pour finir, pouvez-vous nous indiquer :

- ☐ votre sexe ?

F

H

- ☐ si vous avez lu la totalité du questionnaire avant de le remplir ?

OUI - NON

- ☐ si vous avez répondu à ce questionnaire : en une seule fois ?

en plusieurs fois ?

- ☐ vos coordonnées si vous acceptez de prolonger cette collaboration (nom, prénom, n° de téléphone). Cette phase de travail respectera les mêmes conditions de confidentialité que la phase écrite.

Annexe 2 : QUESTIONNAIRE ÉLÈVES CYCLE 3

Date :

Prénom :

Année de naissance :

Ecole :

Classe : CM2

Avertissement : *ce petit test n'est pas un contrôle ; Il n'y a pas de mauvaises réponses et les fautes d'orthographe ont peu d'importance. Il doit servir à mieux comprendre ce que savent des élèves sur l'apparition et l'évolution de la vie sur Terre.*

Tu dois répondre à toutes les questions sur la feuille.

1. Selon toi, les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? (*mets une croix dans la case qui correspond à la réponse avec laquelle tu es d'accord et réponds à la question qui suit*)

Oui ☐ Étaient-ils les mêmes que maintenant ?

Non ☐ Comment penses-tu qu'ils sont apparus ?

2. A quoi ressemblaient les premiers animaux ? (*mets une croix dans la case qui correspond à la phrase avec laquelle tu es d'accord*)

Ils étaient pareils que maintenant. ☐

Ils étaient différents. ☐ Peux-tu les décrire ?

3. D'après toi, les girafes ont-elles toujours eu un long cou ?

Oui ☐ A quoi leur sert-il ?

Non ☐ Comment peux-tu expliquer l'apparition de ce long cou ?

4. D'après toi, les éléphants ont-ils été toujours les mêmes que maintenant ?

Oui ☐ A quoi leur sert leur trompe ?

Non ☐ A quoi ressemblaient leurs ancêtres ?

5. D'après toi, les Hommes ont-ils toujours existé sur la Terre ?

Oui ☐ Depuis combien de temps la Terre et les Hommes existent-ils ?

Non ☐ Depuis quand et comment sont-ils apparus ?

6. Les tout premiers Hommes ressemblaient-ils aux Hommes d'aujourd'hui ?

Oui ☐ Y a-t-il eu quand même quelque chose qui a changé entre eux et nous ?

Non ☐ A quoi ressemblait l'ancêtre de l'Homme d'aujourd'hui ?

7. Penses-tu que l'Homme moderne va évoluer dans le futur ? (*mets une croix dans la case avec laquelle tu es d'accord*)

Oui ☐ Alors, comment l'imagines-tu dans 5 millions d'années ?

Non ☐

8. Avec quelle(s) phrase(s) es-tu d'accord ? (*mets une croix dans la case qui correspond à la phrase avec laquelle tu es d'accord*)

L'Homme descend du singe ☐

L'Homme et le singe sont cousins. Ils ont un ancêtre commun ☐

L'Homme et le singe n'ont rien en commun ☐

9. Les Hommes ont-ils chassé les dinosaures ? (*mets une croix dans la case avec laquelle tu es d'accord et réponds à la question qui suit*)

Oui ☐ Avec quelles armes ?

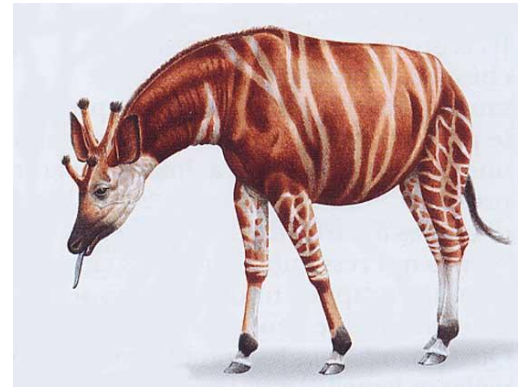
Non ☐ Pourquoi ?

10. Les Hommes ont-ils chassé les mammouths ? (*mets une croix dans la case avec laquelle tu es d'accord et réponds à la question qui suit*)

Oui ☐ Avec quelles armes ?

Non ☐ Pourquoi ?

11. De nos jours, la girafe est une espèce qui vit dans les savanes africaines. Les scientifiques pensent que cet animal, le Giraffokeryx, qui vivait il y a des millions d'années et qui n'existe plus aujourd'hui, est l'ancêtre de la girafe actuelle. D'après toi, comment peut-on expliquer la transformation, l'évolution du Giraffokeryx en girafe ?



12. Essaie de donner un synonyme ou une définition du mot EVOLUTION

13. Voici trois affirmations. Avec laquelle es-tu d'accord ? (*mets une croix dans la case qui correspond à la phrase avec laquelle tu es d'accord*)

☐ L'Homme, le singe et tous les êtres vivants sont le résultat d'une longue évolution et cette évolution est entièrement soumise au hasard et à la sélection naturelle.

☐ Dieu a créé l'Homme séparément des animaux et aucune évolution ne s'est produite depuis. Tous les êtres vivants sont aujourd'hui exactement tels qu'ils étaient lors de leur création.

☐ Dieu a créé les premiers hommes et les animaux. Depuis, ils se sont transformés, ils ont évolué pour devenir tels qu'ils sont aujourd'hui.

Explique pourquoi tu as choisi cette réponse :

14. Indique comment as-tu appris tout ce que tu sais et ce qui t'a permis de répondre à toutes ces questions ? (En cochant une ou plusieurs cases)

- ☐ J'en ai entendu parler dans ma famille
- ☐ Je l'ai lu dans un livre
- ☐ J'en ai entendu parler à la télévision
- ☐ Je l'ai appris à l'école
- ☐ J'en ai parlé avec des copains/copines
- ☐ J'en ai entendu parler lors de la visite d'un musée
- ☐ J'en ai entendu parler par d'autres adultes que ma famille (*précise lesquels*)

15. Dis-moi si tu apprends ta religion

Oui ☐ Avec qui et où ?

Non ☐

L'enseignement de l'évolution des espèces vivantes à l'école primaire française. Rapports au savoir d'enseignants et d'élèves du cycle 3.

L'enseignement de l'évolution des êtres vivants, concept fondateur de la biologie moderne, est aujourd'hui au cœur de nombreuses réflexions au sein même du système éducatif français et international, de l'école primaire à l'université. En effet, il peut se heurter à des convictions religieuses et peut donc prêter à polémiques. Dans certains cas, ces convictions peuvent faire obstacle à l'apprentissage même du concept. Obligatoire dans l'école primaire française jusqu'en 2008, il semble qu'il soit cependant peu développé. Dans un premier temps, nous étudions les prescriptions officielles de l'école primaire et repérons les attentes de l'institution. Dans un deuxième temps, un questionnaire écrit tente de repérer le rapport personnel que des enseignants de cycle 3 (niveau 3 à 5 de l'école primaire) et des stagiaires entretiennent avec la notion d'évolution, hors et dans leur classe, et les influences éventuelles que cela pourrait avoir sur leur choix d'enseigner ou non l'évolution ou sur la façon dont ils l'enseigneraient. Dans un troisième temps, un questionnaire écrit proposé à des élèves de cycle 3 permet de révéler leurs conceptions sur les questions d'apparition et d'évolution des espèces vivantes, de définir des obstacles à l'apprentissage et d'envisager une ingénierie didactique. L'ensemble de cette étude doit conduire à des propositions pour l'enseignement/apprentissage du concept d'évolution dès l'école primaire et pour la formation des maîtres.

Mots-clés : Évolution du vivant – Rapport personnel – Rapport institutionnel – École primaire – Enseignant - Elève

Teaching the evolution of the living species at primary school level in France. Relationships to knowledge for teachers and pupils at Keystage 3.

Teaching the evolution of the living species, a key concept in modern biology, is today at the heart of many studies within the French and international educational systems, from primary school to university. It may indeed go against religious beliefs and thus stir up controversy. In some cases, these beliefs may even become an obstacle to the learning of this concept. A compulsory element in the French primary curriculum until 2008, it seems however that this concept hasn't been given much importance in schools. Firstly, we shall study the official requirements in the primary curriculum and we shall identify institutional expectations. Secondly, a written questionnaire will aim to define the personal relationship primary teachers in Keystage 3 (year 4, 5, 6 at primary level) and student teachers have with the concept of evolution, inside and outside the classroom, and how this relationship might influence their decision to teach or not evolution, or the way they would teach it. Thirdly, a written questionnaire submitted to Keystage 3 pupils will enable us to disclose their representations on the questions of the emergence and evolution of the living species; it will help to define learning barriers and appropriate didactic engineering. This whole study is meant to make curriculum recommendations for primary school in connection with the secondary school curriculum in Biology.

Keywords : evolution of the living species – personal representations – institutional representations – primary school – teacher – pupil

Ecole doctorale : Cognition, langage, éducation
U.F.R de Psychologie Département des Sciences de l'Éducation
29 av. R. Schuman 13621 Aix en Provence Cedex 1.