

DES CONCEPTIONS INITIALES AUX SYSTEMES EXPLICATIFS DES ELEVES DE L'ECOLE PRIMAIRE SUR L'ORIGINE DES ESPECES

Patricia Crépin
Professeur de Sciences de la Vie et de la Terre
IUFM de Franche-Comté

Introduction

Cet article s'appuie sur une recherche issue d'un DEA¹(1) en didactique des sciences de la Vie et de la Terre. Il présente certains résultats concernant le recueil et l'analyse **des systèmes explicatifs d'élèves de l'école primaire sur l'origine des espèces**. Deux angles seront privilégiés :

- En premier lieu l'angle méthodologique : nous nous intéresserons notamment aux questions qui permettent d'aborder le problème scientifique de l'origine des espèces.
- En second lieu l'angle didactique : nous nous efforcerons de dégager la pluralité des obstacles décelables à travers les réponses des élèves sur l'évolution du vivant.

La problématique du travail est de repérer si les élèves de l'école primaire ont, avant tout enseignement, des conceptions sur l'évolution.

Différentes questions de recherche orientent cette problématique :

- Est-il possible d'établir une typologie des systèmes explicatifs des élèves de l'école primaire sur l'origine des espèces ?
- Au-delà des points communs repérables, quelles conceptions spécifiques les élèves construisent-ils ?
- En relation avec ce concept scientifique, plusieurs problèmes biologiques sont soulevés et corrélés actuellement par la communauté scientifique. Qu'en est-il pour les élèves du cycle 3, en référence aux instructions officielles qui explicitent ce sujet sous le thème "Des traces de l'évolution des vivants : quelques fossiles typiques" ?

¹ Maryline COQUIDE a encadré ce mémoire en 2000/2001 au Laboratoire Interuniversitaire de Recherche sur l'Education Scientifique et Technologique à l'ENS de Cachan.

La méthodologie de l'expérimentation

Le public étudié

Cinq élèves de CM2 et deux élèves de CE2, peu timides et aimant s'exprimer à l'oral au sein du groupe classe, ont été choisis. Ils fréquentaient une école classée en REP (Réseau d'Education Prioritaire) de la zone urbaine de Besançon présentant des identités socioculturelles variées. Chaque entretien individuel, de type directif et piagétien (A. Weil-Barais ; 1997), d'une cinquantaine de minutes s'est appuyé sur le questionnaire joint en annexe.

Le questionnaire

Il propose des questions multiples, ouvertes et non regroupées par problème scientifique. De par sa conception, il permet de sonder chaque élève à travers plusieurs situations croisées, de façon à évaluer la stabilité et la cohérence des conceptions exprimées.

Par ailleurs, les trente et une questions posées portent sur la diversité du vivant et se réfèrent à vingt-huit êtres vivants animaux et végétaux. Ainsi la plupart des grands groupes de la classification du vivant sont concernés (mammifères, oiseaux, reptiles, insectes, myriapodes, échinodermes, cnidaires, végétaux). Ce choix doit permettre d'apprécier la capacité des élèves à transposer leur modèle explicatif sur un grand nombre d'êtres vivants.

Enfin, ce questionnaire aborde trois domaines conceptuels :

- L'origine et la nature des premières formes de vie (questions 1, 2A à 2C, 3, 4, 6) ;
- Les transformations du monde vivant au cours du temps soit par extinction soit par différenciation (questions 2D, 2E, 5, 9, 10, 11, 14) ;
- Les critères de définition de l'espèce (questions 7, 8, 12,13).

Plusieurs items du questionnaire demeurent des questions d'actualité encore sans réponses ou à réponses multiples.

Les différents apports d'un tel travail

Sans trop anticiper sur les résultats nous pouvons déjà dégager quatre types d'apports autour desquels s'organise cette présentation :

- Une banque de données de questions permettant d'aborder en cycle 3 le concept d'évolution, concept unificateur et fondateur de la biologie ;
- Une prise de conscience des limites de l'interprétation des conceptions enfantines à partir d'une seule question ;
- Une banque de référence d'obstacles épistémologiques et psychogénétiques qui peuvent être fortement imbriqués ;
- Une mise en évidence de la complexité des systèmes explicatifs, leur caractère dynamique et conjoncturel.

Des références à l'histoire des sciences

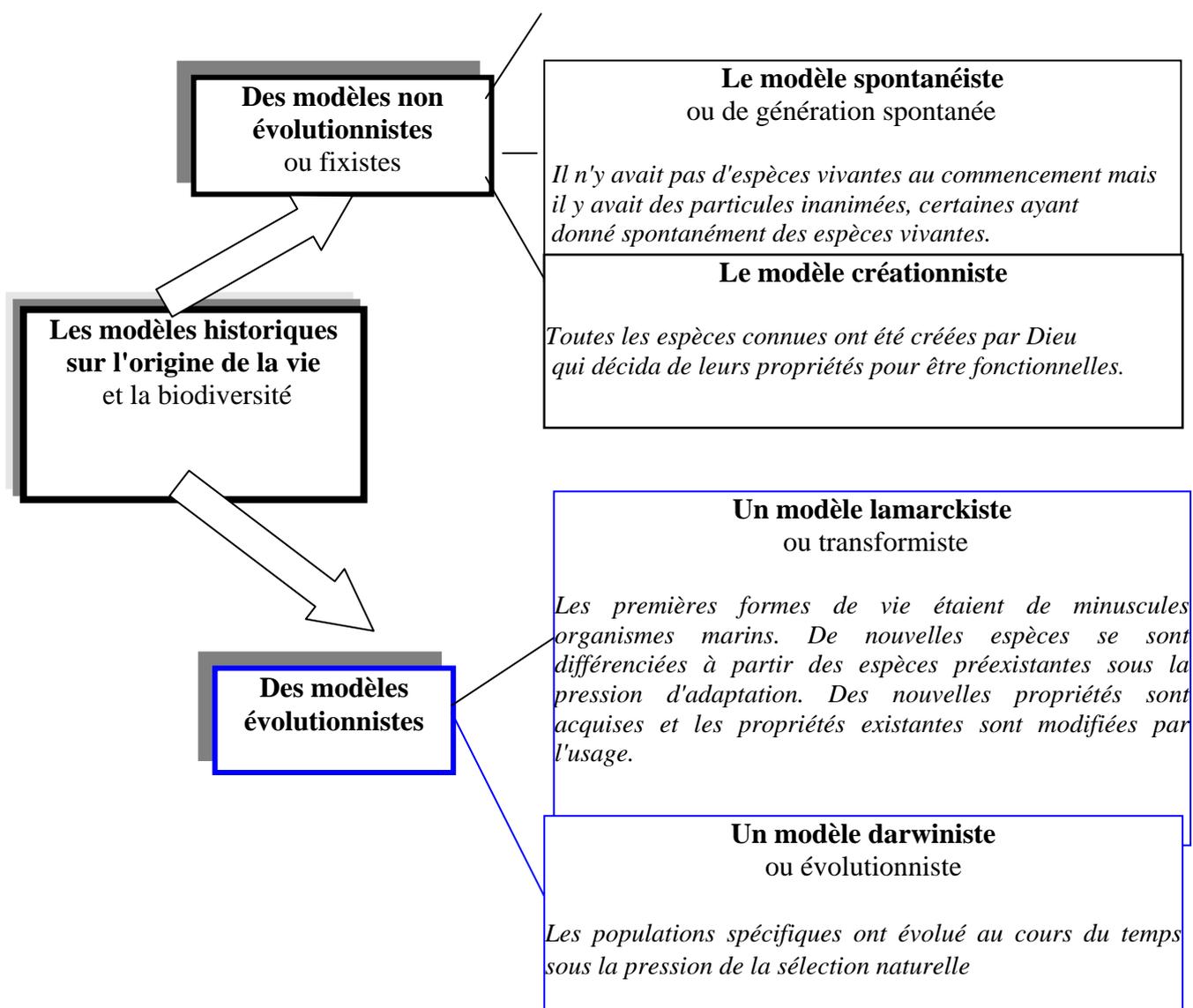
Elles sont primordiales pour mener le recueil des conceptions et l'analyse des données. Il est possible en effet d'envisager une typologie des systèmes explicatifs des élèves au vu des modèles historiques et de les corrélés à ces derniers.

Une grille d'analyse historique a priori

Différentes théories ont été élaborées sur l'histoire des vivants par les communautés scientifiques qui se sont succédées et parfois confrontées au cours du temps. Cinq grands courants de pensée ont été retenus de l'analyse de l'Histoire des sciences et ont servi de base à l'analyse *a priori* des réponses des élèves. Le schéma ci-dessous rappelle et organise les différentes logiques explicatives considérées. Pour ces différentes logiques explicatives, j'emploierai le terme de **modèle explicatif** quand je ferai référence à une théorie historique, représentation convergente, parfois simplifiée d'un ensemble d'idées sur l'origine des espèces. Et j'emploierai le terme de **système explicatif** quand je ferai référence à l'ensemble d'idées conçues par l'élève. Cette dernière notion est l'objectif principal qui sera démontré tout au long de l'article.

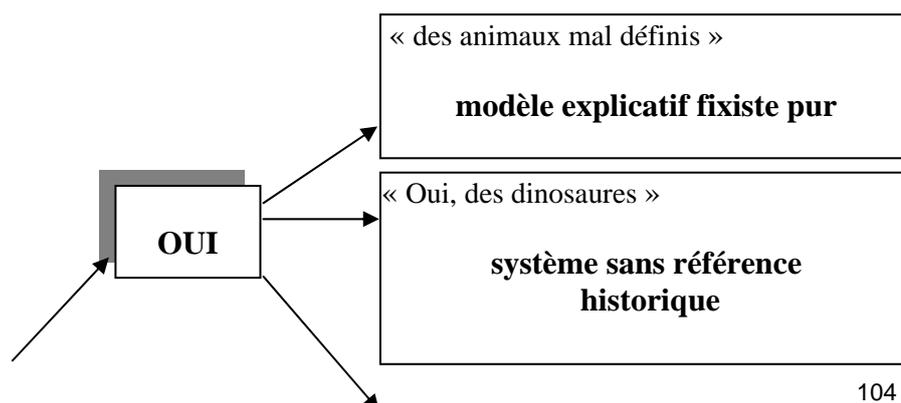
Le modèle fixiste pur

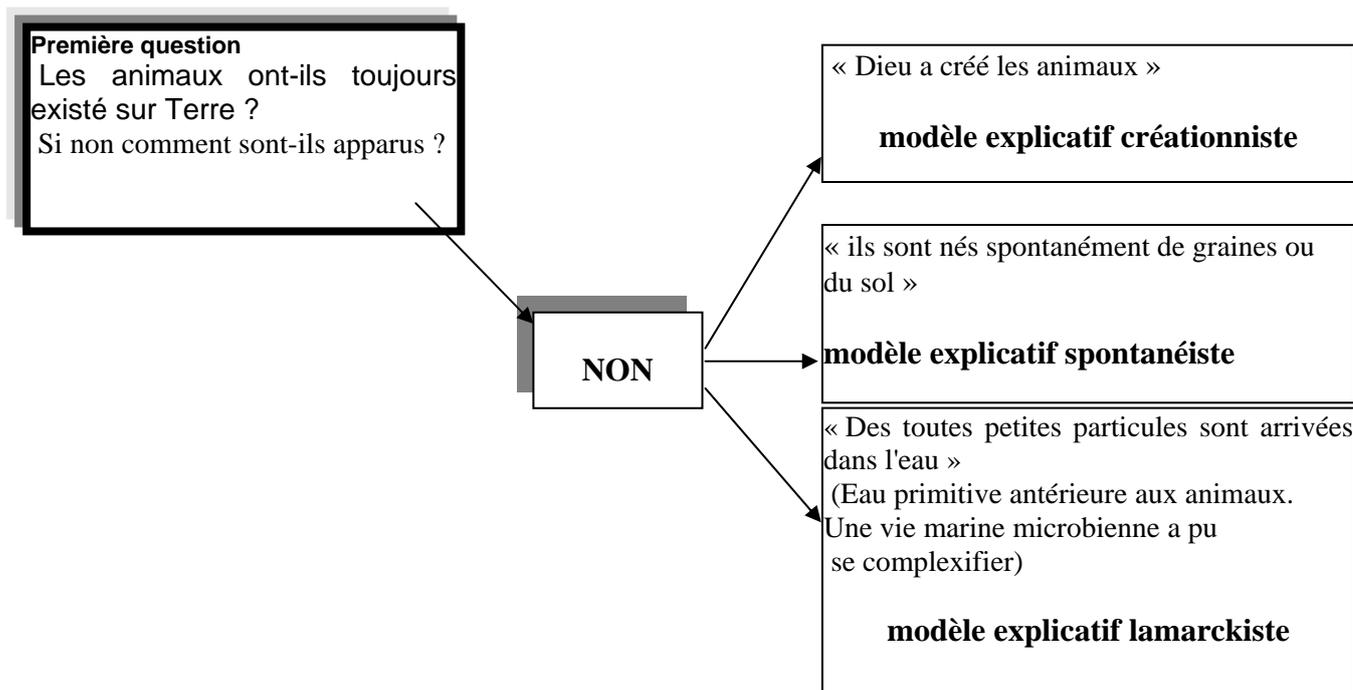
Les espèces ont toujours existé sur Terre. Les premières espèces sont identiques aux espèces actuelles. Quelques-unes ont maintenant disparu.



Exemple de la Question N°1

C'est une question ouverte qui laisse aux enfants l'initiative complète de proposer leur point de vue. Chacune des réponses des enfants est considérée comme une variable dichotomique, ce qui donne lieu à l'organigramme suivant pour les catégoriser.





Ainsi chaque catégorie de réponses est affiliée à un modèle ou système explicatif de référence ; par exemple la dernière catégorie de réponse, ici, à un modèle explicatif dit lamarckiste ou pré évolutionniste.

La grille d'analyse a posteriori

Elle doit se décentrer des référents théoriques historiques exclusifs proposés en premier abord. Des décalages entre la grille d'analyse historique *a priori* et les réponses possibles des élèves *a posteriori*, ont été décelés montrant ainsi les limites de l'histoire des sciences pour l'analyse des conceptions enfantines.

Des modèles darwiniste et lamarckiste au système transformiste de l'élève

- Le modèle Darwiniste que nous avons anticipé a été supprimé, aucun enfant ne répondant à une conception évolutionniste de ce type ;
- Le modèle explicatif nommé Lamarckiste, qui doit être envisagé avec prudence, dans la mesure où le système explicatif des enfants n'est que partiellement en conformité avec la pensée de Lamarck.

Un élève peut en effet mobiliser une pensée transformiste faisant appel aux conditions du milieu de vie mais il se détache de la pensée lamarckiste par d'autres logiques explicatives comme la pensée magique, la pensée alchimiste, voire un mode de pensée religieuse telle la réincarnation. L'ensemble de ses logiques explicatives constitue son système explicatif différent du modèle explicatif historique.

Une question intéressante peut d'ailleurs être soulevée : les enfants "transformistes" peuvent-ils être considérés comme évolutionnistes ? Nous rejoignons là une question qui a été débattue par la communauté scientifique au sujet de Lamarck.

Le cas du système "dinosauriste"

En revanche, un système "dinosauriste" a dû être rajouté. En effet, les dinosaures sont souvent considérés par les enfants comme étant les premiers animaux sur Terre. 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. Le critère de considérer les dinosaures n'induit pas forcément une logique explicative fixiste. Ce système dinosauriste constitue une logique associée soit à une logique majoritaire fixiste, soit à une logique majoritaire transformiste.

En définitive cinq grands types de systèmes explicatifs prenant leurs sources principalement en histoire des sciences ont été retenus pour classer les réponses des élèves. Ils réunissent dans un même cadre conceptuel un ensemble de réponses convergentes :

- 1- Les fixistes purs
- 2- Les dinosauristes
- 3- Les spontanéistes ou les partisans de la génération spontanée
- 4- Les créationnistes
- 5- Les transformistes

Le tableau ci-dessous rend compte de la grille d'analyse utilisée. Celui-ci permet de croiser les différentes catégories de réponses des élèves à un système explicatif servant de référence.

Les systèmes explicatifs référents	Question 3 : Les hommes ont-ils toujours existé sur Terre ?
FIXISTE	« Oui, ils étaient primitifs ; ils portaient des peaux, ils vivaient dans des grottes »
DINOSAURISTE	« Oui des dinosaures homme-singe ; des dinosaures ressemblant à des hommes »
SPONTANEISTE	« Non » « Non, ils venaient de graines » « Non, il y avait seulement de la terre, de la boue » « Ils provenaient d'œufs »
CRÉATIONNISTE	« Oui, Dieu a créé les hommes au tout début » « Non, Dieu a créé les hommes après ; il a fait la terre, le monde, les animaux »
TRANSFORMISTE	Non »

	« En premier, il y avait des petits êtres vivants marins; les hommes proviennent des grands singes »
Sans réponse	« Ne sait pas »

Ainsi pour chacune des questions, il existe différents types de réponses possibles des enfants que l'on peut mettre en relation avec des systèmes explicatifs référents cités plus haut. Soit la réponse est dite :

- **Spécifique** car elle est unique à un système et s'oppose aux quatre autres systèmes explicatifs ;
- **Compatible** car elle est commune à plusieurs systèmes explicatifs ;
- Soit, il n'y a pas de réponse.

Une étude de cas : l'émergence du système explicatif d'Hugo et son analyse

Pour illustrer cette analyse, une étude de cas d'un élève de CM2, par questionnaire et entretien individuel, avant tout enseignement sur le concept d'évolution, sera retenue plus précisément. Les six autres études de cas (4 élèves de CM2 et 2 élèves de CE2) seront utilisées ultérieurement et ponctuellement pour discuter certains aspects didactiques ou scientifiques.

La catégorisation des réponses et leur comptage

Une réponse variant selon la question

Prenons le cas d'Hugo (9,5 ans) et l'exemple de la troisième question. Il a répondu négativement sans explicitation à la question : "Les hommes ont-ils toujours existé sur Terre ?". En poursuivant l'entretien sa réponse à la question 9 "Comment les hommes sont-ils apparus sur Terre ?" est : « *Parce que les singes ont évolué et ça a donné les hommes* ».

Dans ce cas d'étude, sa réponse est compatible dans un premier temps avec un système spontanéiste et un système transformiste. Elle est incompatible par rapport aux trois autres systèmes. En recoupant avec la réponse d'Hugo à la question 9, le choix entre les deux catégories est possible puisque la réponse devient spécifique du système transformiste. Hugo a-t-il alors un modèle explicatif transformiste convergent ? Poursuivons l'étude de ses réponses et ne considérons dans un premier temps que les cinq questions (1, 2, 3, 4, 6) appartenant à la même problématique scientifique : "la nature et l'origine des premières formes de vie".

Plusieurs modèles explicatifs pour un même élève

Le tableau suivant rend compte des réponses formulées par Hugo et donc des systèmes explicatifs auxquels on peut les associer.

Question sur la nature et l'origine des premières formes de vie	Réponses formulées par Hugo	Système explicatif affilié
Q1A-Les animaux ont-ils toujours existé sur Terre ? Q1B-Comment les premiers animaux sont-ils apparus ?	« Non » « Au début, comme il y avait des toutes petites..., des tout petits microbes, je pense qu'ils se sont rassemblés, ça a fait des bêtes ; ils ont évolué »	Transformiste
Q2A-A quoi ressemblaient les premiers animaux ? Q2B-Les premiers animaux étaient-ils différents de ceux qui existent aujourd'hui ? Q2C-(si différents) Pourquoi les premiers animaux étaient-ils différents ? Comment cela a-t-il pu se produire ?	« C'est arrivé dans l'eau ; c'était de toutes petites particules. » « Oui. » « Parce que c'est le commencement de la Terre et là, ça a beaucoup changé. » « La disparition des dinosaures avec la météorite. Ca aurait pu détruire tous les animaux et d'autres qui revivent. »	Transformiste
Q3 Les hommes ont-ils toujours existé sur Terre ?	« Non » « Parce que les singes ont évolué et ça a donné les hommes. »	Transformiste
Q4 –Connais-tu l'histoire racontée dans un livre religieux ? la bible, le coran ? - (Si oui) Que penses-tu de cette explication ? Penses-tu que ce soit vrai ?	« Non »	Fixiste Dinosauriste Spontanéiste Transformiste
Q6- Place sur la ligne du temps les différents êtres vivants (série d'images de 8 êtres vivants). A chaque espèce correspondent deux lettres. Tu placeras un astérisque sur la ligne du temps avec les deux lettres correspondant à l'espèce placée en ce point.	Cf annexe 3 Son analyse permet de déceler une tendance apparente à placer les êtres vivants marins en début, puis les êtres vivants terrestres puis l'homme dans le dernier groupe. Il n'y a pas d'animaux au point O.	Transformiste

Ainsi, Hugo nous donne quatre réponses de type transformiste et une réponse compatible avec tous les systèmes sauf le système créationniste. En considération de ces cinq réponses, Hugo est donc défini comme ayant un système explicatif global transformiste.

Une analyse plus fine du système explicatif

Les difficultés d'affiliation vont s'accroître avec l'analyse des autres questions suivantes qui abordent les deux autres problématiques sur l'origine des espèces. Le système explicatif de l'élève n'est pas aussi simple que les cinq premières questions considérées semblaient le montrer. Celui révélé en définitive sous l'afflux des questions, devra être nuancé par rapport à l'analyse de prime abord.

Une logique explicative mixte pour le même phénomène

Pour répondre à la question 11 subdivisée en deux parties, l'une concernant la girafe, l'autre l'éléphant, l'élève pouvait être enclin à changer de logique explicative.

Une question sur les capacités de transformation et d'adaptation au cours du temps	Réponses formulées par Hugo <i>Après différentes relances de l'adulte</i>	Système explicatif affilié
Réponse à Q11A <i>(la recherche de l'ancêtre de la girafe)</i> <i>cf questionnaire annexe</i>	« Parce que je lui trouve la même taille, les mêmes sabots noirs, l'œilje trouve que c'est celle qui a le plus de points communs entre toutes. »	Fixiste
Réponse à Q11B <i>(la recherche de l'ancêtre de l'éléphant)</i> <i>cf questionnaire annexe</i>	« L'éléphant aurait évolué en étirant sa trompe pour aller aspirer de l'eau, pour aller chercher des feuilles et les manger. »	Transformiste

Dans le premier cas Hugo choisit la grande girafe qui aurait rapetissé. Il semblait parler du même individu qui vieillit et non pas de générations successives : il s'apparente donc à un système fixiste. Et dans le second cas il pense d'une façon analogue à Lamarck que la fonction et l'utilisation d'un organe permet le développement de ce même organe : il s'apparente dans cet autre cas, au système transformiste.

Une logique explicative mixte pour le même être vivant

Prenons en compte cette fois, une autre question qui fait appel aussi à la girafe comme être vivant à considérer.

Question sur le concept d'espèce et la variabilité intraspécifique	Réponses formulées par Hugo	Système explicatif
Q7B Comment les girafes ont-elles acquis leur	« La girafe a un grand cou, donc je pense que ça descendrait du diplodocus. » « Le diplodocus, ça serait un arrière	Dinosauriste

long cou ?

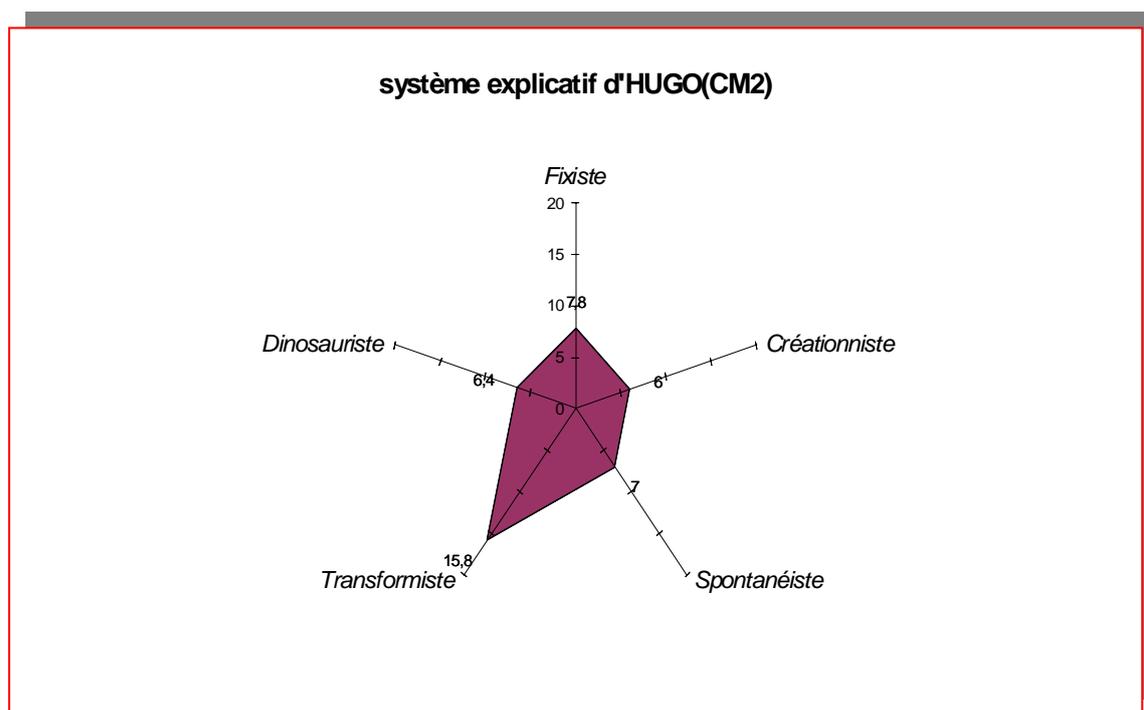
arrière arrière grand papi de la girafe. »

La réponse, dans ce cas appartient à un autre système explicatif que le précédent et pourtant c'est le même animal considéré. Le changement de contexte de la question fait que l'enfant donne une priorité à une logique explicative. Il fait ici référence à l'héritage d'un ancêtre dinosaure qui a toujours eu ces caractéristiques et il reste sans réponse à la question de l'origine de ces organes.

Bilan

Présentation du système explicatif d'Hugo

Des règles de comptage ont permis une représentation graphique plus lisible que l'ensemble des tableaux, en facilitant notamment la visualisation des logiques explicatives mobilisées pour l'ensemble des réponses. Seules les réponses spécifiques et compatibles à un système de référence ont été prises en compte. Le système explicatif d'Hugo tend très nettement vers une logique explicative de type "transformiste".



Intérêt de cette étude

Elle a pris en compte **l'ensemble des conceptions** que s'est construit l'élève sur le problème de l'origine des espèces. Et en conséquence elle a montré l'hétérogénéité du **système explicatif** de l'enfant. La complexité du réseau des logiques explicatives est gardée tout en étant facilement appréhendée. Pour chaque enfant elle a permis en fait de visualiser l'architecture interne de leur système explicatif global. Elle a révélé qu'en général les logiques explicatives fixiste, créationniste et spontanéiste sont associées tandis que les logiques explicatives dinosauristes et transformistes vont de paire. Enfin elle a mis en évidence que,

dans la plupart des cas, l'élève a une logique explicative dominante et des logiques explicatives secondaires qui s'interpénètrent dans un système global de pensée.

La discussion des résultats

Par rapport aux réflexions menées en didactique des sciences en France, quels indicateurs d'obstacles à l'apprentissage sont révélés dans cette étude ?

Nous avons vu précédemment que l'histoire des sciences peut être considérée comme une aide nécessaire – mais non suffisante – à l'analyse des obstacles. Elle nous propose une grille d'analyse non exhaustive des obstacles épistémologiques. Si l'on se réfère à G.Bachelard (1972), la pensée de l'enfant est complexe et peut imbriquer des obstacles à la fois en relation avec la construction des concepts mais aussi en relation avec le fonctionnement de la pensée enfantine. Les obstacles épistémologiques et les obstacles psychogénétiques sont présents simultanément et devraient être considérés ensemble.

Les obstacles épistémologiques incontournables liés au questionnement sur le concept d'évolution

La complexité du concept d'évolution fédère un ensemble d'obstacles d'origines diverses.

La polysémie du mot évolution et le cycle de vie d'un individu

Pour les élèves le mot évolution recouvre plusieurs significations dont nous présentons quelques exemples.

Formulations d'enfants définissant l'évolution du vivant	Conception générique
<p>« <i>Le diplodocus mort et maintenant arrive le mammoth pour le remplacer.</i> » (Emilie)</p> <p>« <i>C'était des singes avant à ce qu'il paraît ! Pis ils se sont transformés au fur et à mesure en homme. Ils sont passés de quatre pattes à deux pattes.</i> » (Jérémy)</p>	<p>Evoluer, c'est donner vie à d'autres animaux</p> <p>Les animaux se succèdent et se remplacent, voire se transforment</p>
<p>« <i>C'est les hommes qui l'ont inventé. Ils ont essayé de faire un modèle en premier et pis ils ont essayé de la faire vivre... et pis après la girafe, comme marie et joseph, la girafe, on a fait une autre mais un mâle pour qu'ils fassent des bébés et pis les bébés vont faire des autres bébés etc, etc (...) et l'homme, c'est les singes qui l'ont inventé.</i> » (Emilie)</p>	<p>Evoluer, c'est une invention technique</p>
<p>« <i>Comme des écureuils qui sont morts, des écureuils roux, après il y a eu des ours bruns, pis ça a fait les tâches de la girafe. Ensuite y'a eu le léopard qui était tout jaune, tout jaune avec des tâches, ça a formé la girafe.</i> »</p> <p>« <i>Oui, la girafe ça serait composé de plusieurs animaux oui ! .</i> »</p> <p>« <i>Le tapir est mort, il est tombé, ça a fait des secousses. Pis y'a eu la réincarnation, il est revenu en éléphant.</i> » (Jérémy)</p>	<p>Evoluer c'est, être composé de nombreux animaux préexistants après la mort et la réincarnation d'un individu.</p>
<p>« <i>Parce que les papillons le temps qu'ils soient en chenille, après qu'ils soient en concombre, et qu'ils sortent en papillon. Les mille-pattes aussi comme ils marchent le temps... qu'ils sont petits bébés jusqu'à grands.</i> » (Najette)</p> <p>« <i>Dans ce cas là, il faut écrire abeille, cocon puis larve. Ca veut dire que ça se transforme en ça, ça évolue, ça évolue et ça évolue en ça. Y'a aussi le papillon aussi.</i> »</p> <p>« <i>Parce que c'est l'agneau qui devient un mouton .</i> » (Jérémy)</p>	<p>Evoluer c'est aussi changer de forme au cours de la vie d'un individu</p>

Il est vrai 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 du temps géologique. La première définition est beaucoup plus à la portée des enfants, de par les repères temporels et spatiaux, l'observation possible dans leur vécu quotidien. Par contre, la définition actuelle nécessite des repères spatio-temporels éloignés de l'enfant, exige de se situer dans une histoire non pas fondée uniquement sur des faits observables mais aussi sur des hypothèses et des déductions.

Dans tous les cas, quand le concept d'évolution est appréhendé par les enfants, c'est sous une conception transformiste qui envisage une filiation successive d'êtres vivants qui changent de forme au cours du temps. La variable biologique est considérée par l'élève mais celui-ci reste le plus souvent à l'échelle d'un individu et il manque de repères de structuration concernant la classification animale. Le concept d'espèce, préalable indispensable pour traiter de l'évolution, n'est pas construit chez les élèves interrogés du cycle 3. Dans la pensée de l'élève, le vivant reste donc soumis aux deux autres variables – le temps et l'espace – qui demeurent prises en compte séparément.

La variable temporelle : la structuration du temps perçue par l'enfant de 10 ans

◆ il y a confusion d'unité

Najette confond encore les unités temporelles et les unités de nombre

- « *Oui, mais il y en avait pas beaucoup(d'hommes au début de la terre) comme on est maintenant. Y'en avait au moins...je peux dire ...300 ans.* »

◆ des repères qualitatifs

La structuration du temps est définie entre deux pôles :

- Hier : « *Je les écris ceux qui habitaient avant, avant, avant !* » (Najette) ou " *le papillon ben son ancêtre; avant il y a longtemps, très longtemps son ancêtre c'était le ptérodactyle.* » (Jérémy)
- Et aujourd'hui « *Les requins il en existe encore aujourd'hui mais je sais pas s' il en existait avant.* » (Zahra)

◆ des repères quantitatifs

Nous pouvons les classer de la plus petite unité temporelle proposée à la plus grande.

Formulations des enfants	Unités de temps envisagées
« Peut-être qu'au fil des années le cou s'agrandit. » (Bachir)	Les années
« Le crocodile...On va le mettre un petit peu plus loin parce que parce qu'il y'en n'a pas vraiment existé en même temps que les dinosaures. Oui, c'est décalé de quelques années ; Dix, onze ans. » « Parce qu'avant il y en avait pas du tout, du tout en 1973. Pis après c'est apparu en 1974. Dans les pays. Au Maroc. » (Najette)	Une ou des dizaines d'années
« C'est des hommes qui vivaient ...dans la préhistoire. En 1500. Ou il y a 300 ans. Les hommes ils ont évolués. Ils ont évolués depuis ...Comme au début ils savaient pas parler, ils se comprenaient, je crois en dessinant, pis ils ont évolué jusque...jusque vers le moyen-âge. Vers le moyen-âge quand ils savaient parler, pas vraiment vers le moyen-âge, quand ils savaient parler. » (Daniel)	Des centaines ou milliers d'années
« Parce que ça fait des millions d'années qu'ils sont morts. Et qu'ils ne vivent plus. (les dinosaures). » (Emilie)	Des millions d'années

Toutes ces unités prouvent encore les difficultés qu'ont les enfants à se repérer par rapport à une échelle des temps géologiques et son unité, le million d'années. Or c'est une variable fondamentale à cerner pour comprendre l'évolution.

◆ La notion d'ancêtre : confusion entre le cycle de vie d'un individu et les générations successives

Pour les enfants, les concepts d'ancêtre, de descendant, d'arbre généalogique n'ont aucune signification. Les causes peuvent être différentes. Par exemple, Najette envisage au maximum trois générations (enfant, parents, grands-parents) dans ses explications, mais raisonne sur une seule génération et envisage le cycle d'un individu uniquement. Cette approche est confortée avec la recherche de l'ancêtre de l'éléphant (réponses à Q11B) car là, comme pour l'ancêtre de la girafe, elle cherche l'animal qui ressemble le plus à l'éléphant actuel en essayant de repérer des indices de vieillesse (maigreur et tristesse).

On constate donc la difficulté pour l'enfant de jongler avec différentes échelles de temps puisqu'il semble parler du même individu éléphant qui vieillit et non de plusieurs générations successives au cours du temps.

En définitive, les concepts de descendants et d'ancêtres ne sont pas assimilés par beaucoup d'enfants car ils nécessitent une structuration dans le temps, au-delà des quelques générations abordées par certains. Les élèves de cet âge semblent raisonner au niveau du cycle de vie d'un individu et non d'une population et sur des millions d'années. Leur propre arbre généalogique leur sert en fait de référent.

La variable spatiale : le milieu de vie, cause directe et principale de variabilité

Le changement ou la transformation sous l'influence du milieu se fait sur un temps relativement court. Prenons quelques citations d'enfant, organisées du plus court au plus long temps considéré par l'enfant.

Formulations d'enfants	Conception générique
<i>« Ou on peut avoir vu l'homme avec des habits marrons ou bleus ou verts ou même qui voit les arbres avec les feuilles vertes et pis ses yeux ils deviennent verts comme ça . » (Jérémy)</i>	Un phénomène magique instantané à la naissance
<i>« Par exemple quand ils sont dans un pays chaud comme ici, ben leur fourrure elle est brune et quand ils sont dans un pays froid elle redevient blanche. » (Zahra)</i>	Au cours de la vie d'un individu
<i>« Parce que ça fait longtemps qu'ils y sont restés. Pis il avait froid lui, la maman avait froid aussi et pis le bébé ça fait qu'il avait froid, ça fait qu'il a été en fourrure blanche. » (Najette)</i>	Sur deux générations

Le milieu est la cause externe inductrice de la transformation d'un individu. La relation de causalité est toujours construite dans ce sens là : c'est le milieu extérieur qui agit sur le vivant pour créer des caractéristiques nouvelles, ce n'est pas le vivant qui possède un potentiel d'adaptation en interaction possible avec son milieu de vie. Les enfants ne conçoivent pas la sélection naturelle qui, au contraire, considère le milieu comme un facteur potentiel d'expression d'un patrimoine génétique à l'intérieur d'une population.

En résumé, nous retrouvons certains des obstacles identifiés dans l'ouvrage collectif du Ministère de l'Education nationale (J. Deunff et J.Lameyre Dir.1990, 1995) et JP.Astolfi et al.(1997). De plus, à ces obstacles épistémologiques sont imbriqués des obstacles liés à la pensée enfantine en référence aux stades définis par Piaget.

Les obstacles psychogénétiques liés à la construction du concept d'évolution

La pensée anthropomorphique liée au concept d'espèce

Pour une élève, l'explication de la barrière interspécifique est anthropomorphique.

« *S'ils vont faire un bébé ensemble, ils vont pas pouvoir parce qu'autrement ils sauront pas si ça sera un âne. Le mâle il va être jaloux et pis si ça sera la tête d'un cheval et bien l'âne il va être jaloux .* »
(Najette)

Pour une autre élève, elle partage le monde animal en deux, le monde des gentils et le monde des méchants.

« *Y a des animaux qui sont gentils là maintenant et on avait avant des animaux qui sont méchants.* »
(Zahra)

Ces enfants prêtent aux animaux des sentiments humains tels que la jalousie, le mécontentement, la méchanceté, la gentillesse.

La pensée finaliste

La pensée principale est que tous les animaux actuels sont domestiqués, utiles à l'homme et que les animaux disparus étaient dangereux pour l'homme.

Pour un autre élève, il y a combinaison entre une idée finaliste et affective de considération des animaux toujours domestiqués par l'homme et une idée animiste qui explique que la psychologie et les humeurs de l'animal créent un organe d'attaque, d'agressivité.

« *Les chevaux, peut-être qu'avant on montait dessus pis ils faisaient la course alors ils étaient pas très gros. Pis les buffles, comme ils faisaient jamais la course, comme on montait que sur les chevaux, ben ils mangeaient, ils mangeaient, pis ils grossissaient. Pis après tellement ils étaient gros, y'a des fois quand ils étaient énervés, peut-être qu'il y a des cornes qui sont poussées. Le cheval il a pas de cornes, parce que, peut-être qu'il a toujours été l'ami de l'homme comme le chien.* » (Jérémy)

La pensée artificialiste

Les citations suivantes de Jérémy illustrent aussi que le monde naturel est conçu comme étant construit ou créé par l'homme. La frontière entre le monde naturel et le monde technologique n'est pas structurée.

« *Ca a transformé peu à peu l'ours et puis il est devenu polaire parce qu'à cause de la neige qui tombe, pis il s'est transformé, je pense einh ?... Une mutation génétique parce que je suis pas géologue. Ben une mutation, c'est qui transforme des animaux avec la science.* » (Jérémy)

L'enfant emploie un terme qui évoque un des mécanismes fondamentaux de l'évolution mais sa définition révèle d'autres obstacles.

La pensée dualiste

Pour certains élèves, la pensée par couple de critères associés est caractéristique. Cette pensée dualiste domine leur logique explicative : petit-jeune, grand-vieux. Les couples de critères taille et âge sont reliés dans le mode de pensée de l'enfant. Ce sont deux variables dépendantes, ce qui va déterminer leur choix d'un ancêtre.

« Celle-là (une girafe) à un plus *petit cou*. *C'est la maman ou c'est sa grand-mère ?* » (Zahra)

Conclusion

L'ensemble des obstacles repérés est conséquent ainsi que leurs interférences. Cette étude montre la convergence d'obstacles à la fois épistémologiques et psychogénétiques. Elle met en évidence que les élèves se constituent des systèmes explicatifs forgés par **des nœuds de relations**. Je rejoins dans ce sens la notion "*de nœud d'obstacles qui font système entre eux dans une diversité de représentations*"(J.P. Astolfi ; 1993). Dans le système de pensée de l'enfant, il y aurait un jeu interactif entre des obstacles principaux :

- l'obstacle majeur de "*la métamorphose possible dans tout sens*"(G.Canguilhem ; 1985). Les contraintes de temps /espèce/ milieu sont levées et il explique en parallèle l'obstacle de cycle de vie, l'obstacle lexical sur l'évolution et la pensée magique de l'enfant ;
- l'obstacle majeur d'une pensée catégorielle avec des sous-ensembles joints reflétant un mode de pensée par couple.

Perspectives

Pour aider l'élève à dépasser ces conceptions, complexes, résistantes et contextuelles, les situations didactiques et les **stratégies pédagogiques associées** doivent être **variées et multiples**. Elles permettront de changer les cadres de références des élèves à long terme et de dépasser leurs **premiers niveaux de conceptualisation**.

Le concept de l'évolution du vivant est le concept le plus intégrateur des Sciences de la Vie et de la Terre.

Afin de le faire appréhender par des enfants du cycle 3 de l'école primaire, les principaux objectifs sur lesquels l'enseignant pourra s'appuyer sont les suivants :

- Se distancier des repères temporels quotidiens : raisonner sur des durées très longues (millions d'années) et approcher la dimension historique d'un phénomène irréversible ;
- Se distancier des repères spatiaux actuels : pouvoir imaginer, se représenter que les milieux de vie, les paysages anciens ont été différents des paysages de ceux d'aujourd'hui ;
- Envisager une échelle d'étude biologique : passer de la notion d'individu et d'organe à la notion de population et de gène ;
- Combiner les variables précédentes : passer de la notion d'ancêtre familial à la conception de générations successives, ce qui permettrait de dépasser la notion d'arbres généalogiques familiaux à la conception d'arbres de filiation de l'ensemble des vivants ;
- Intégrer la loi du hasard, le jeu des possibles et de la contingence, aller vers une pensée divergente, ouverte à une panoplie d'hypothèses.

L'interrogation de la nature, de sa biodiversité a sollicité des modèles explicatifs historiques variés. Elle sollicite aujourd'hui la théorie de l'évolution comme modèle explicatif synthétique. Elle sollicitera sans doute de nouvelles relations dans l'avenir.

Ainsi " De Darwin à nos jours, les sciences de la vie ont appris que la plupart des problèmes qu'elles s'étaient posés au 19^e siècle ne pouvaient trouver de solution que par un changement d'échelle de l'objet d'étude et par une nouvelle façon de s'interroger." (G.Canghilhem, 1993). De même des changements conceptuels pourront s'opérer chez l'enfant.

BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI, JP et al.(1997) *Pratiques de formation en didactiques des sciences*. Bruxelles, De Boeck. 493p.

ASTOLFI, JP. et PETERFALVI,B. (1993) Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales in *Aster N°16. Modèles pédagogiques 1*. INRP,Paris. Pp.103-140

BACHELARD,G. (1938,1972) *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin. 256p.

CANGUILHEM,G. (1985). Vie in *Encyclopedia Universalis*. Paris. Pp.806-813

CREPIN,P. (2001). *Les systèmes explicatifs des enfants de l'école primaire sur l'origine des espèces*. Mémoire de DEA, Lirest-Ens cachan. 278p.

DEUNFF,J.et LAMEYRE,J.et al.(1990, 1995) *Contribution à la définition de modèles didactiques pour une approche de la géologie à l'école élémentaire et dans la formation des maîtres*. Paris, Ministère de l'Education Nationale/Direction des écoles. CRDP de Poitou-Charentes. 194p.

DE VECCHI,G. & GIORDAN,A. (1989,1994) . *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?* Z'éditions, Nice. 222p.

GIORDAN, A (dir). (1987,1991) *Histoire de la biologie, tome 2*. Paris, Lavoisier.279p.

WEIL-BARAIS, A et al.(1997) *Les méthodes en psychologie*. Rosny, Bréal.376p.

ANNEXE 1 : Le questionnaire suivant la chronologie de l'entretien

Quest. N° 1	1A- Existe-t-il des animaux sur Terre depuis le commencement (le tout début) ? 1B(SI non) Comment les premiers animaux sont-ils apparus ?
Quest. N° 2	2A-A quoi ressemblaient les premiers animaux ? 2B-Les premiers animaux étaient-ils différents de ceux qui existent aujourd'hui ? 2C-(si différents) Pourquoi les premiers animaux étaient-ils différents ? Comment cela a-t-il pu se produire ? 2D-Est-ce-que ces animaux n'existent plus aujourd'hui ? 2 E-(Si oui) Comment cela s'est passé ?
Quest. N° 3	Est-ce qu'il y a toujours eu des hommes sur terre depuis le tout début ?
Quest.N° 4	4A-Connais-tu l'histoire de la genèse racontée dans un livre religieux (bible, coran ...)? 4B-(Si oui) Que penses-tu de cette explication ? Penses-tu que ce soit vrai ?
Question 5	5A- Qui sont les dinosaures ? 5B-Pourrait-on trouver des dinosaures en vie, n'importe où, aujourd'hui ? Explique.
Quest.N° 6 (Avec support image)	6A-Ligne des temps 1 6B-Ligne des temps 2. Les enfants devaient remettre dans l'ordre des images des espèces sur la ligne du temps pour indiquer quand chacune est apparue pour la première fois sur Terre.
Quest.N° 7	7A-Comment les ours polaires ont-ils eu (acquis) leur épaisse fourrure blanche ? 7B-Comment les girafes ont-elles acquis leur long cou ? (en référence à l'exemple traditionnel de Lamarck...) 7 C- Comment se fait-il que les oiseaux puissent construire des nids ?
Quest.N° 8	8A-Comment se fait-il que des personnes aient des couleurs de yeux différentes ? 8B- Comment se fait-il que des personnes aient des couleurs de cheveux différentes ?
Quest.N° 9	9A - Comment les hommes sont-ils apparus ? 9B - Quel peut-être l'ancêtre de l'homme ?
Quest.N° 10	10A-Qu'est-ce qui peut être à l'origine de la différence entre les chevaux et les bœufs ? 10B- Dis-moi si ces deux animaux peuvent avoir des bébés ensemble. Peuvent-ils se reproduire entre eux ? Pourquoi ? (<i>deux races de chats; deux races bovines ; cheval et ânesse; cheval et vache</i>)
Quest.N° 11 (Avec support image)	11A- Ancêtre choisi : la girafe 11B- Ancêtre choisi : l'éléphant C'est une image de l'animal actuel (girafe ou éléphant) aujourd'hui. Je vais te montrer maintenant quelques images d'animaux. L'une d'elles est une image de son véritable ancêtre. Jette un oeil sur ces photos et choisis celle que tu penses être le véritable ancêtre de la girafe actuelle ou de l'éléphant actuel. Pourquoi choisis-tu celui là ? <i>Image A : ressemble à l'animal actuel mais est plus petit à l'échelle</i> <i>Image B : ressemble à l'animal actuel mais est plus grand à l'échelle</i> <i>Image C : ressemble à la girafe actuelle mais a un cou très court</i> <i>ressemble à l'éléphant actuel mais a une trompe très courte</i> <i>Image D : ressemble à la girafe actuelle mais a des jambes très courtes</i> <i>ressemble à l'éléphant actuel mais est beaucoup plus mince</i> <i>Image E : un cerf (pour le cas de la girafe); un tapir (pour le cas de l'éléphant)</i>
Quest.N° 12	12A : Suppose que tu apprennes à une maman chien à sauter à travers un cerceau. Si cette chienne a des chiots, est-ce que ces chiots naîtront en sachant sauter à travers des cerceaux ? 12B : C'est une image de quelqu'un qui fait de la musculation. Ce sont des gens qui soulèvent des poids lourds pour développer de grands muscles. Suppose que ces haltérophiles aient des enfants. Est-ce que leurs enfants naîtront avec des plus gros muscles que les bébés de parents ordinaires ?
Quest.N° 13	13A-Suppose qu'une famille d'ours bruns soit envoyée pour vivre au pôle Nord. Après avoir vécu très longtemps là bas, leur fourrure deviendra-t-elle blanche ? 13B-(Si non) Suppose que de nouveaux ours soient nés de cette famille au pôle Nord, les nouveaux ours auront-ils une fourrure blanche ?
Quest.N° 14	Les arbres généalogiques construits par les enfants 14A. Les enfants sont questionnés pour nommer des exemples de premiers animaux existant sur Terre. Pour les premiers animaux, les enfants sont questionnés pour montrer les espèces successives descendantes sur un arbre généalogique jusqu'à ce que le dernier descendant connu de l'enfant soit nommé. 14B-Pour les animaux qui existent aujourd'hui, le processus est inversé et les enfants sont questionnés en montrant les espèces ancestrales successives, jusqu'à ce qu'ils ne puissent plus nommer des ancêtres plus éloignés.

ANNEXE 3 : Réponses d'Hugo (CM2) à la question 6

Ligne du temps 1 

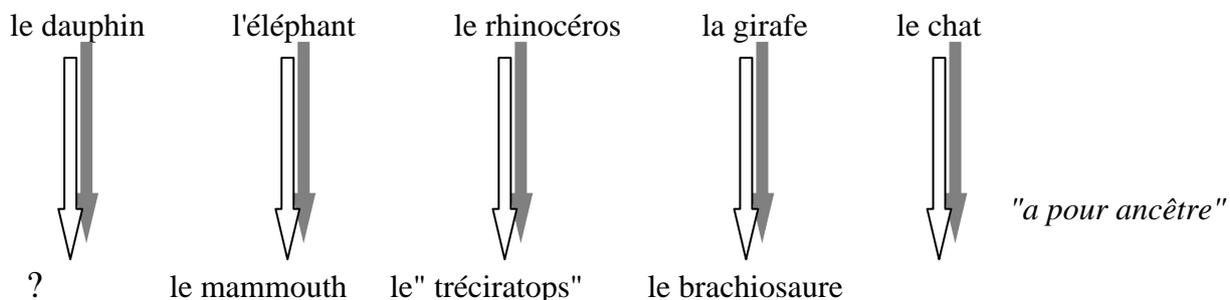
0 AL ME TY TO RE HO AR Aujourd'hui :
 * * * * * * , * an 2000

AL : algue
AR: arbre
DR : dragon
HO : homme moderne
ME : méduse
RE : requin
TO : tortue
TY : tyrannosaure

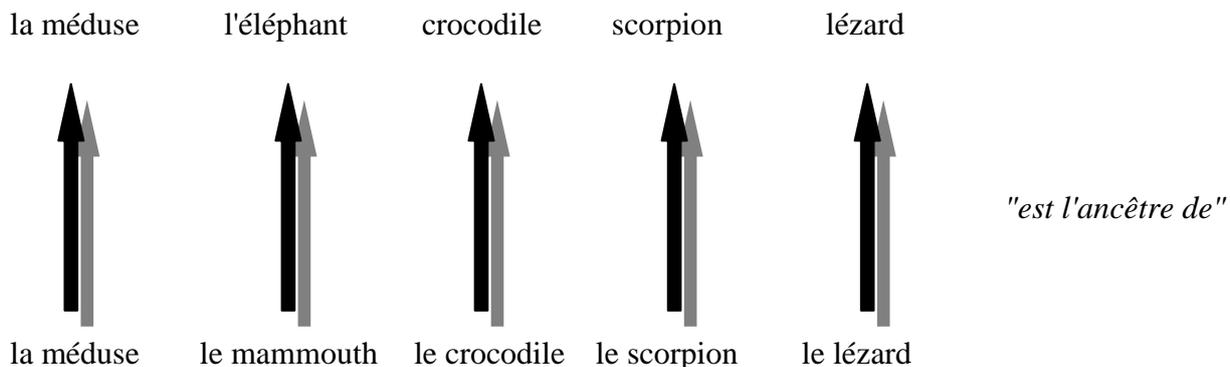
Des animaux marins, des animaux terrestres, des végétaux, un dinosaure, l'homme et un animal imaginaire constituent la logique de choix des différentes images ou photographies proposées à l'élève.

ANNEXE 2 : Réponses d'Hugo (CM2 ; 9,5 ans) à la question 14

"Cite cinq animaux qui vivent aujourd'hui. Et puis dis-moi quels sont leurs ancêtres ?"



" Cite cinq exemples de premiers animaux existant sur Terre, au tout début. Et puis dis- moi, de qui ils sont les ancêtres ?"



ANALYSE

- 4/10 animaux sont affiliés à une logique fixiste (méduse, crocodile, scorpion et lézard)
- 4/10 animaux sont affiliés à une logique Transformiste (les ancêtres du chat et du dauphin supposés différents ; l'ancêtre de l'éléphant est le mammouth qu'il n'explique jamais comme étant un dinosaure dans aucune de ses réponses. Ce qui ne sera pas le cas pour d'autres enfants comme nous le verrons par la suite.)
- 2/10 animaux sont affiliés à une logique dinosauriste (la girafe et le rhinocéros qui ont tous deux des ancêtres dinosaures)

Nous constatons que 40% des espèces ancestrales sont différentes des espèces actuelles, et même 60% si les lignées de dinosaures sont incluses. Mais cet enfant n'envisage pas de filiation croisée entre les différents groupes de vivants. Sa conception est intermédiaire par rapport à celles qui sont proposées (soit fixistes soit évolutionnistes) car l'enfant envisage un changement, une transformation au cours du temps tout en restant dans un même grand groupe d'êtres vivants.