

L'ENSEIGNEMENT DU « CONCEPT » DE PARENTE AU REGARD DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE.

Fabienne Paulin*, Daniel Guinet**

* Université Claude Bernard Lyon 1, LEPS – LIRDHIST
69 622 VILLEURBANNE Cedex
fab.paulin@wanadoo.fr

** Université Claude Bernard Lyon 1, IPNL
69 622 VILLEURBANNE Cedex
d.guinet@ipnl.in2p3.fr

Mots-clés : démarche expérimentale, enseignement, évolution, phylogénie, lien de parenté

Résumé. L'analyse de l'enseignement de l'évolution en classe de terminale scientifique dans les lycées français met en lumière certaines limites de la méthodologie actuelle de l'enseignement des sciences. La « démarche expérimentale » préconisée comme fondement de cet enseignement peut apparaître comme un obstacle quand il s'agit d'enseigner une théorie qui ne s'inscrit pas seulement dans le cadre d'une science expérimentale et ne relève pas de la seule interprétation des faits d'observations. Cette difficulté méthodologique n'est pas questionnée et c'est pourtant là un problème majeur de l'enseignement des sciences. Une première analyse des réponses à un questionnaire sur l'évolution et des fiches d'activités proposées aux élèves sur la phylogénie permet à la fois de repérer des confusions épistémologiques importantes chez les apprenants et de questionner l'implication de la démarche d'enseignement choisie pour cette activité.

1. Introduction : contexte d'un questionnaire

L'analyse critique de l'enseignement de l'évolution dans les classes de terminale scientifique (S) des lycées français permet de mettre en lumière certaines impasses et limites de la méthodologie prescrite actuellement dans l'enseignement des sciences en classe de terminale S et nommée « démarche expérimentale » (Maryline Coquidé, Stéphane Tirard, 2009). Dans les années 2000 l'enseignement de la théorie de l'évolution a été remis en question par les tenants du créationnisme ou du dessein intelligent.¹ L'institution scolaire a réagi et réaffirmé l'importance de cet enseignement. Une déclaration de l'assemblée européenne en 2007 promeut l'enseignement de l'évolution comme moyen de faire face aux tentatives d'intrusion du créationnisme dans les domaines scientifique et scolaire (Résolution de l'Union Européenne n°1580 du 4 octobre 2007). Les inspecteurs généraux et académiques se sont faits le relais de cette déclaration et ont rappelé que l'évolution sous-tendait l'ensemble du programme de biologie.²

Ce contexte pourrait laisser penser que les seules difficultés de l'enseignement de l'évolution résultent d'idéologies externes à la discipline. Or cette polémique vis-à-vis du créationnisme ou du dessein intelligent, aussi pertinente soit-elle, occulte des problèmes didactiques majeurs internes à la discipline. En effet, la majorité des lycéens français n'a pas une position hostile vis-à-vis de l'évolution, (Christian Orange, 2009) mais les études montrent que les élèves de terminale S ayant

1 En février 2007 « L'Atlas de la Création » d'Harun Yahya a été envoyé dans les établissements scolaires.

2 Déclaration commune des académies des sciences de 68 nations concernant l'enseignement de l'évolution envoyée en 2009 dans les établissements scolaires par l'intermédiaire de l'inspection générale.

reçu un enseignement sur ce chapitre n'ont pas modifié leurs conceptions de l'évolution (Yves Kuster, Jean-Marc Lange, 2009). Ils gardent notamment une vision finaliste de l'histoire du vivant et restent persuadés que l'individu est capable de se transformer pour s'adapter à son milieu. Mais au-delà de ces conceptions prégnantes, des confusions épistémologiques concernant les raisonnements scientifiques à l'oeuvre dans la théorie de l'évolution sont également présentes chez les élèves.

2. Problématique

Un travail préliminaire de recherche sur les concepts de l'évolution auprès des élèves de terminale S m'a permis de repérer une confusion importante concernant le statut des liens de parenté entre les êtres vivants, confusion en lien direct avec le statut de la preuve scientifique. Dans la théorie de l'évolution deux modalités scientifiques sont à l'oeuvre et chacune fait appel à des processus de validation différents : les mécanismes ou « *process* » de l'évolution sont des éléments d'une science nomologique ou expérimentale et la validation est apportée par la démonstration expérimentale. Au contraire, les « *patterns* » de l'évolution présents dans les programmes scolaires dans le chapitre sur la phylogénie sont des éléments d'une science historique ou paléontologique (Armand De Ricqlès, 2009). Dans ce cadre la preuve est apportée par l'accumulation et la cohérence maximisée des données et des faits (Guillaume Lecointre, 2010). Les chapitres d'enseignement consacrés à l'évolution actuellement sont pour certains des éléments d'une science expérimentale (mutations, sélection naturelle,...) et pour d'autres des éléments d'une science historique (phylogénie). Or ce double statut s'insère mal dans une méthodologie d'enseignement centrée principalement sur la « démarche expérimentale » censée représenter le fonctionnement des sciences expérimentales.

Le travail présenté permet de questionner les effets, sur les conceptions des élèves, de cette démarche d'enseignement, quand elle s'applique à un objet de savoir non expérimental. J'appuierai mes réflexions sur les réponses de 183 élèves de terminale S à un questionnaire sur l'évolution proposé en fin d'année scolaire et sur l'analyse de 4 fiches d'activités élaborées par des enseignants et qui correspondent à la première séance de travail sur la phylogénie.³

3. Le statut scientifique de la théorie de l'évolution : une science historique et une science expérimentale

Le statut scientifique de la théorie de l'évolution est complexe. Elle s'apparente par certains aspects à une science expérimentale ou nomologique et par d'autres à une science historique ou paléontologique.

Une science nomologique est une science qui conduit à l'élaboration de lois générales à partir des faits et des observations. L'administration de la preuve dans ce mode scientifique est expérimentale et elle fait l'objet de démonstrations. Cette science est soumise au réfutationnisme et est anhistorique. C'est la science des « physiciens ».

Une science historique est une science qui conduit à l'explication de phénomènes historiques tel que le déroulement de l'histoire du vivant par accumulation de données convergentes et leur mise en cohérence maximale. Le test expérimental n'a pas cours dans ce mode scientifique. La validation est apportée par le cohérentisme et le pouvoir explicatif des résultats proposés.

³Les fiches d'activités sont consultables en ligne sur les sites suivants :
<http://www.lfmadrid.net/RAPSODEL/wp-content/uploads/2008/09/tp1-phylogenie-chez-les-vertebres.pdf>
<http://svtoiselet.free.fr/spip.php?article3>
<http://www.lfval.net/secondaire/laemmel/TS/phylo/TP1phylo.pdf>

Dans la théorie de l'évolution, il faut distinguer les « *process* », c'est-à-dire l'étude des mécanismes évolutifs, et les « *patterns* » c'est-à-dire les résultats de ces mécanismes. Les « *process* » de l'évolution relèvent d'une science nomologique. Il est possible d'expérimenter sur ces mécanismes. Les « *patterns* » c'est-à-dire le déploiement des branchements évolutifs des différentes lignées, sont eux des éléments d'une science historique. Il n'est pas possible de reconstruire le scénario fidèle de l'évolution telle qu'elle s'est produite et les données fossiles sont et resteront insuffisantes. Reconstituer aujourd'hui l'histoire du vivant dans le cadre d'un travail scientifique nécessite de mettre en oeuvre d'autres processus de validation. La méthode phylogénétique est la méthode utilisée actuellement pour établir les parentés entre les êtres vivants et reconstituer l'histoire évolutive. Elle s'appuie sur les éléments actuels observables qui sont posés comme résultant de l'évolution c'est à dire la répartition des caractères des individus. On postule que le partage de certains de ces caractères sont les témoins actuels des processus évolutifs et qu'ils sont hérités d'ancêtres communs exclusifs. Ces caractères sont alors qualifiés d'homologues dans le sens de l'homologie de descendance. Ce raisonnement scientifique fait appel à l'inférence par abduction : la répartition actuelle des caractères des individus est un effet d'une cause probable : la descendance avec modification depuis l'origine commune des êtres vivants.

L'analyse du partage des caractères selon la méthode phylogénétique, permet d'identifier les groupes frères, appelés également groupes monophylétiques, au sein d'un groupe d'espèces et de proche en proche de proposer un scénario cohérent et probable de l'histoire du vivant. La méthode phylogénétique utilise deux principes fondamentaux : le partage exclusif de caractères homologues à l'état dérivé pour établir des groupes monophylétiques, groupes qui partagent un ancêtre commun exclusif, et le principe de parcimonie qui permet de choisir parmi plusieurs arbres possibles celui qui demande le moins d'innovations génétiques.

L'élément essentiel de la phylogénie et de ses résultats dans le cadre de son enseignement est qu'elle est mise en oeuvre dans le cadre admis de la théorie de l'évolution. En aucun cas elle ne prouve au sens expérimental l'évolution et ne dit l'histoire du vivant telle qu'elle s'est réellement déroulée. Elle propose le scénario le plus probable au vu des données actuelles basées sur l'analyse des caractères des individus et c'est la cohérence de l'ensemble des résultats accumulés qui en assure la validité. C'est un travail de reconstitution qui pose des hypothèses de travail dans un cadre théorique précis. Les enseignants et *a fortiori* les élèves sont peu familiarisés avec ces réflexions épistémologiques et des confusions importantes résultent de la méconnaissance du statut scientifique de la théorie de l'évolution.

4. Analyse des réponses au questionnaire sur les liens de parenté.

Dans le cadre d'une recherche de doctorat sur l'enseignement de l'évolution j'ai proposé un « pré » questionnaire à 6 classes de terminale S sous forme d'un QCM dont le but était un premier repérage des conceptions des élèves sur l'évolution mais également une prise en main personnelle de l'outil que représente un questionnaire. Un des items concernait le statut des liens de parenté. Je souhaitais savoir si pour les élèves et au terme de leur apprentissage les liens de parenté établis par la méthode phylogénétique avaient valeur de preuves expérimentales c'est à dire qu'ils pouvaient être des éléments d'une démonstration soit de l'évolution elle-même soit de certains de ses éléments.

4.1 L'item du questionnaire proposé aux élèves est le suivant

Les parentés établies entre les êtres vivants par la méthode phylogénétique :

- 1 - Sont des preuves de l'évolution des espèces.
- 2 - Sont recherchées car la théorie de l'évolution dit que les êtres vivants sont apparentés.
- 3 - Démontrent l'origine commune des êtres vivants.

4 - Permettent d'identifier les ancêtres communs.

5 - Ne connais pas la réponse.

Les réponses obtenues sont représentées sur la figure 1.

4.2 Données statistiques

Valeur moyenne par proposition : 37 ± 6

Le traitement statistique des réponses permet de dire que les résultats sont significatifs.

4.3 Public concerné et contexte scolaire

Nombre d'élèves questionnés : 183

Nombre de classes concernées : 6 dans 2 établissements de régions différentes.

Les élèves ont été questionnés à la fin de l'année scolaire après l'épreuve du bac blanc et une dizaine de jour avant l'examen final. Le questionnaire a été proposé dans la salle de classe en début de séance. Chaque classe est prise en charge par un enseignant différent.

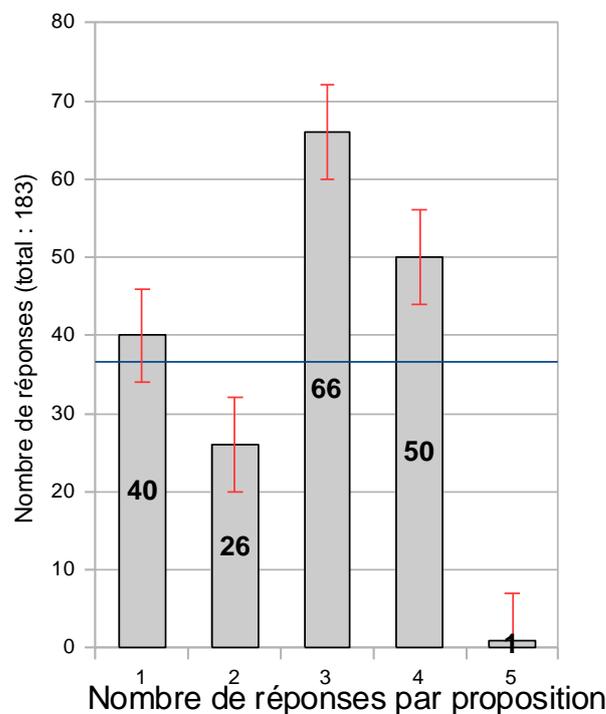


Figure 1 : Réponses sur le statut des liens de parenté

4.4 Critique méthodologique

L'analyse des réponses m'a permis de repérer des déséquilibres dans mes propositions de réponses. Trois réponses (réponses 1, 3 et 4) sur cinq font des liens de parenté des éléments de démonstration. Une seule réponse (réponse 2) propose un statut différent et correspond à la bonne réponse. Cette différence peut être un élément inductif dans le choix de l'élève qui peut penser que la bonne réponse est dans le groupe des réponses allant dans le même sens. Ce déséquilibre est également un biais statistique puisque si l'élève répond au hasard, il existe 3 chances sur 5 qu'il choisisse dans ce même groupe de réponses.

D'autre part, il serait nécessaire d'avoir accès plus précisément à des données sociologiques sur les lycées concernés afin de pouvoir estimer la représentativité des lycéens interrogés.

Il serait également pertinent pour affiner l'analyse de prolonger ce travail de recueil par des entretiens d'explicitation qui donneraient accès à ce que les termes « preuves », « théorie de l'évolution » et « démontrer » signifient pour les élèves.

4.5 Analyse des réponses

La bonne réponse (réponse 2) est celle qui recueille le moins de voix. Seulement 26 élèves sur 183 n'accordent pas le statut de preuve expérimentale aux liens de parenté. La grande majorité des élèves a coché des réponses attribuant aux relations de parenté le statut d'éléments de démonstration (réponses 1, 3 et 4 pour un total de 156/183). Soit elles démontrent l'origine commune des espèces (66 élèves sur 183), soit elles permettent d'identifier l'ancêtre commun (50 élèves sur 183), soit elles prouvent l'évolution (40 élèves sur 183). Un seul élève ne connaît pas la réponse.

Les résultats classe par classe ne sont pas significatifs statistiquement parlant mais nous pouvons repérer que le résultat global est à l'image des résultats par classe. Il n'y a pas de différences majeures dans l'ordre des réponses. Pour 4 classes sur 6 la réponse majoritaire est la réponse 3, celle de la démonstration de l'origine commune des êtres vivants par les relations de parenté. Pour une classe, cette réponse 3 est à égalité avec les preuves de l'évolution (réponse 1) et pour une autre classe la réponse majoritaire est que les relations de parenté permettent d'identifier l'ancêtre commun (réponse 4), celle de l'origine commune (réponse 3) étant alors seconde. Pour toutes les classes la réponse minoritaire est celle du cadre de l'évolution dans lequel on cherche les liens de parenté.

Dans le cadre de ce pré-questionnaire et compte tenu des limites inhérentes à ce travail d'exploration, les réponses de ces élèves révèlent une tendance importante qui demandera à être explorée davantage par la mise en oeuvre d'outils méthodologiques complémentaires. Il semble cependant que pour un nombre important d'élèves l'observation de la répartition des caractères des individus permet d'inférer l'origine commune des êtres vivants. Cette vision sous-entend que pour cette même majorité d'élèves les liens de parenté construits sont « vrais » et non pas les plus probables, comme la méthode phylogénétique permet de les qualifier. Je fais l'hypothèse que ce raisonnement des élèves vis à vis des liens de parenté est en partie induit par la démarche d'enseignement mise en oeuvre pour le chapitre sur la phylogénie.

5. La démarche expérimentale, une pratique très ancrée chez les enseignants

La méthodologie toujours actuellement prescrite dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) au lycée est l'application de la « démarche expérimentale » au cours des séances de travaux pratiques. Cette démarche d'enseignement, présenterait le double avantage d'introduire dans la classe une activité donnée comme analogue à celle du chercheur tout en rendant l'élève acteur de son apprentissage.

Depuis peu au lycée, cette démarche tend à être remplacée par la « démarche d'investigation » qui est déjà instituée à l'école primaire et au collège et inscrite dans le socle commun de connaissances et de compétences mis en place en 2006. La démarche d'investigation est définie comme « un processus intentionnel de diagnostic des problèmes, de critiques d'expériences réalisées, de distinction entre les alternatives possibles de planification de recherche, de recherche d'hypothèses, de recherche d'informations, de construction de modèles, de débats avec ses pairs et de formulation d'arguments cohérents » (Linn, David, & Bell, 2004).

Par comparaison la « démarche expérimentale » mise en oeuvre encore de manière importante au lycée est une démarche d'enseignement plus réductrice puisqu'elle fait référence aux seules sciences expérimentales et ne dit rien quant aux autres modalités scientifiques. Les idées sous-jacentes à la mise en oeuvre de cette démarche est qu'elle est le reflet de la « science en train de se faire ». Cela sous-entend que l'activité scientifique est basée sur la primauté des faits et des

observations qui doivent conduire par inférence logique à l'élaboration d'une théorie scientifique. Il s'agit alors de placer l'élève en situation de recherche, à partir d'éléments concrets, observables, quantifiables qui doivent le conduire à une généralisation théorique. Les connaissances viennent en aboutissement des manipulations et observations diverses.

Selon plusieurs auteurs l'origine de l'importance accordée à la démarche expérimentale dans l'enseignement des sciences a des fondements historiques et est à rechercher dans le positivisme d'Auguste Comte. Corinne Fortin explique que l'enseignement actuel des sciences du vivant continue d'être en lien direct avec ce courant philosophique : les faits, bien enseignés, doivent suffire à valider les théories (Corinne Fortin, 1993).

L'origine de la démarche expérimentale comme méthode d'enseignement des sciences remonte à la réforme de l'enseignement de 1902. Selon Pierre Kahn, qui a étudié les textes des conférences qui ont accompagné cette réforme, les objectifs de l'enseignement des sciences expérimentales préconisés par les conférenciers de l'époque en sciences physiques et en sciences naturelles s'inspirent en partie du positivisme, notamment dans l'engagement très clair pour la méthode inductive. L'élève doit partir des faits et des expériences pour élaborer les théories sans se préoccuper des causes premières. La science participe à la culture générale et l'enseignement doit être calqué sur les méthodes en cours dans les laboratoires (Pierre Kahn, 2002). Tout au long du XX^e siècle, ce schéma de pensée d'influence positiviste sera à l'oeuvre dans l'enseignement des sciences et continue sinon d'inspirer du moins d'imprégner les pratiques d'enseignement actuelles.

Pour la discipline des sciences du vivant un enjeu supplémentaire va accompagner la mise en oeuvre de la démarche expérimentale dans l'enseignement. Au cours du siècle dernier les sciences du vivant ont dû passer du statut de sciences descriptives et classificatrices à celui de sciences expérimentales afin de s'assurer une légitimité identique aux sciences physiques et rendre ainsi leur enseignement incontournable. Une des figures importantes de cette orientation est Charles Brunold, agrégé de physique, directeur général de l'enseignement du second degré de 1951 à 1960 et responsable de l'élaboration des programmes de sciences durant cette période. Dans un rapport publié en 1948 intitulé « Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte » il fait part de sa volonté de calquer l'enseignement des sciences naturelles sur celui des sciences physiques ce qui selon lui ne pose aucun problème majeur et va dans le sens d'une véritable formation scientifique. Ses successeurs n'auront de cesse de conforter la démarche expérimentale dans l'enseignement des sciences naturelles comme dans celui des sciences physiques instaurant une égalité de statut scientifique entre les deux disciplines. Cette position n'a pas été contestée par les naturalistes car elle contribuait à positionner clairement la discipline dans le champ des sciences expérimentales et assurait ainsi sa légitimité.

Cette démarche d'enseignement a l'avantage également d'être en adéquation avec une pédagogie axée sur l'activité de l'élève, autre clé de voute de l'enseignement actuel et qui s'inscrit dans le cadre théorique du socioconstructivisme. Allier démarche expérimentale et activité de l'élève semble permettre à la biologie et à la géologie d'apparaître comme des sciences « sérieuses », c'est à dire expérimentales, et aux SVT d'apparaître comme une discipline en prise avec une modernité didactique.

Ces éléments historiques apportent des éclairages sur l'attachement profond que l'institution et les enseignants portent à la démarche expérimentale et sur les difficultés à moduler cette démarche en fonction du statut scientifique des objets de savoirs. L'introduction des documents d'accompagnement des programmes de terminale S (Instructions officielles du programme de SVT de terminale S, 2001) donne le ton quant à la méthode d'enseignement : « Le travail qualitatif passe aussi souvent que possible par la mise en oeuvre d'une démarche réflexive, dans laquelle l'élève n'est pas le simple spectateur – ou consommateur – de sa formation, mais un véritable acteur. » et plus loin : « Cette confrontation des idées et des faits passe le plus souvent par une approche pratique : mise en oeuvre de techniques appropriées d'observation, d'analyse, de description, de compte rendu ; conception, réalisation de protocoles expérimentaux ; analyse et critique des résultats. » L'accent est mis sur les étapes censées représentées l'activité du chercheur

dans son laboratoire. Cependant une modulation est possible puisqu'il s'agit de la mettre en oeuvre dans la classe seulement le «plus souvent possible». Mais rien n'est jamais dit sur les autres approches envisageables.

L'enseignement de la phylogénie, élément d'une science historique, bouscule ces repères méthodologiques et l'analyse des activités proposées aux élèves sur ce chapitre permet de repérer les difficultés des enseignants à s'émanciper d'un schéma méthodologique d'enseignement fondée sur « la démarche expérimentale » appliquée en classe.

6. Des démarches proposées aux élèves sur les liens de parenté

6.1 Le corpus

J'ai analysé et comparé 4 fiches d'activité élaborées par 4 enseignants différents pour leur première séance sur la construction des arbres phylogénétiques. Les activités sur la phylogénie en ligne sont nombreuses mais très rapidement nous nous rendons compte qu'elles sont construites sur le même canevas et qu'il n'y a pas une grande diversité de propositions. Mon choix s'est porté sur des fiches relativement représentatives de ce qui est proposé aux élèves mais la validité de ce choix reste à démontrer et l'analyse qualitative ne permet que de pointer certains éléments aboutissant à des hypothèses de travail. Nous n'avons pas accès non plus dans cette analyse aux discours accompagnant les activités dans la classe. C'est un élément essentiel qui devra aussi être exploré.

6.2 L'analyse

L'enseignement de la phylogénie s'articule autour d'activités de constructions d'arbres phylogénétiques en utilisant le logiciel « phylogène ». Les élèves travaillent à partir de fiches d'activités qui leur sont données par leurs professeurs. Rappelons qu'établir des relations de parenté entre les êtres vivants ne s'inscrit pas dans un raisonnement scientifique propre aux sciences expérimentales. La méthode phylogénétique consiste à appliquer un ensemble de règles dont les bases sont posées en amont de l'activité et qui sont construites dans le cadre théorique de l'évolution. Les phylogénéticiens posent des hypothèses d'homologie de descendance à partir de la répartition des caractères des individus et ces hypothèses sont conservées ou non en fonction du principe de parcimonie qui permet de choisir entre plusieurs arbres possibles. Les liens de parenté ainsi établis sont alors les plus probables possibles au regard de ce principe.

Or l'analyse des fiches proposées aux élèves pour ce chapitre montre que ces activités sont plus ou moins maladroitement calquées sur une « démarche expérimentale » ce qui peut être source de confusions épistémologiques notamment concernant les liens de parenté. J'appuie ma réflexion sur deux constatations que je vais développer.

Le premier constat concerne la présentation et la mise en contexte des liens de parenté et de la phylogénie aux élèves. Sur deux fiches il n'y a pas de mise en contexte de la phylogénie par rapport à l'évolution. Sur les deux autres une courte introduction situe la recherche de parenté par rapport à l'évolution. Cependant, les explications restent insuffisantes ou ambiguës.

La première phrase d'introduction d'une des fiches précise par exemple que « La diversité et l'unité du monde vivant ne s'expliquent que par l'évolution. » Puis « Intuitivement, en comparant ces espèces, il est aisé de comprendre que certaines présentent des liens de parenté plus proches qu'avec d'autres. » Nous voyons là un glissement vers l'utilisation des caractères qui aboutissent par compréhension « aisée » aux liens de parenté. La comparaison des caractères, donc leur observation, doit conduire « intuitivement » aux relations de parenté, or l'existence des liens de parenté ne résultent pas de la simple observation directe des caractères, elle est le fruit d'une réflexion théorique. Donc dans cet énoncé, la première phrase place la parenté dans le cadre théorique de l'évolution mais la seconde, place aussitôt l'observation des caractères comme pouvant être révélatrice des liens de parenté.

Nous trouvons le même glissement dans une autre introduction : " Les espèces actuelles sont apparentées plus ou moins étroitement. L'établissement des relations de parenté entre les vertébrés actuels s'effectue par comparaison de caractères homologues (Anatomiques...). Ces comparaisons prennent en compte l'état dérivé et ancestral des caractères ». Là aussi, après avoir posé l'apparement comme base théorique l'accent est aussitôt mis sur l'observation des caractères.

Les élèves qui ont travaillé selon ces fiches ne sont pas informés clairement du cadre théorique dans lequel ils réalisent leur activité de construction d'arbres phylogénétiques et c'est peut-être un élément d'explication des confusions relevées dans les réponses au questionnaire.

Le second constat concerne la progression pédagogique des fiches analysées. Bien qu'il s'agisse, selon les objectifs du programme, de construire des relations de parenté en appliquant la méthode phylogénétique, ce qui ne s'apparente pas à une activité expérimentale, les activités proposées se décomposent en étapes qui sont malgré tout, peu ou prou, les étapes de la « démarche expérimentale ». Trois éléments d'analyse en attestent.

6.3 Présenter l'activité sous forme d'un problème

Trois fiches sur quatre formulent l'activité sous forme d'une question qui est présentée comme un problème. La formulation suivante est représentative : « Comment peut-on établir des relations de parenté entre les êtres vivants (phylogénie) ? »

Nous pouvons nous interroger sur la pertinence de présenter l'activité de construction d'un arbre phylogénétique comme un problème scientifique. En effet, établir une phylogénie en classe consiste à appliquer une méthode de classification qui est définie en amont et dont l'élève doit suivre les étapes. Il ne s'agit pas d'un réel problème scientifique puisque l'élève n'a pas à investiguer les liens de parenté dans un sens général, ce qui serait un tout autre travail, mais à construire un arbre selon une méthodologie précise et pour un échantillon d'espèces donné. Il me semble que cette formulation d'un « problème » est davantage le témoin d'une habitude pédagogique que d'une réelle réflexion sur la démarche d'enseignement à mettre en oeuvre pour enseigner la phylogénie.

6.4 La primauté de l'observation

Un autre écueil important et repérable dans ces fiches est l'utilisation de l'observation des caractères des individus comme des faits dont on pourrait inférer directement les liens de parenté et donc l'origine commune des êtres vivants comme le pense une majorité d'élèves ayant répondu au questionnaire.

Les formulations suivantes vont dans ce sens. Par exemple dans une des fiches nous trouvons cette phrase : « Observer les différents squelettes des vertébrés. Argumentez : Les vertébrés sont tous parents, ils ont un ancêtre commun. » D'après cette consigne, c'est de l'observation de squelettes que doivent venir les arguments permettant d'affirmer la parenté et l'existence d'un ancêtre commun. Or cette existence est un postulat de départ de l'activité phylogénétique et non pas un résultat d'argumentation à partir de l'observation directe des caractères. La même confusion est perceptible dans une autre fiche : « Montrez en quoi les données embryologiques permettent d'établir des relations de parenté entre les différents vertébrés. » Dans une troisième fiche : « Comparez l'organe locomoteur de ces espèces et en déduire la définition d'un caractère homologue. Formulez une hypothèse pour expliquer ces observations surprenantes. »

Rappelons que l'observation est souvent la première étape d'une « démarche expérimentale » en classe et nous pouvons repérer ici comment les enseignants s'appuient dès que possible sur l'observation pour construire leur progression. Il semble qu'il existe une difficulté pour ces enseignants à utiliser l'observation des caractères non pas comme le point de départ obligé d'une démarche hypothético-déductive mais comme une étape dans l'application de la méthode phylogénétique.

6.5 La validité des arbres construits

La dernière étape des fiches analysées consiste pour certaines à proposer des questions sur les arbres construits. Il s'agit de repérer les espèces les plus apparentées entre elles ou de dresser les caractéristiques des ancêtres communs. Mon point de questionnement concerne ici le statut scientifique de ces arbres. En effet, aucune des fiches ne présentent les arbres construits comme probables et le principe de parcimonie n'est évoqué que sur une seule fiche. Les formulations utilisées, très affirmatives, donnent l'impression que les liens de parenté établis sont « vrais » et définitifs. Cette présentation des arbres est peut être un autre élément d'explication des réponses au questionnaire. Nous pouvons supposer que pour les élèves, suite à ce travail les liens de parenté établis sont « vrais » et qu'ils peuvent être utilisés comme des faits avérés et donc utilisables dans une démonstration éventuelle de l'évolution.

7. Conclusion

L'analyse des fiches d'activité en parallèle des réponses des élèves au questionnaire me permet de faire l'hypothèse de la responsabilité d'une méthode d'enseignement sur les conceptions erronées des élèves concernant le statut des liens de parenté. Il semble que les enseignants soient peu enclins à s'émanciper d'une méthode d'enseignement basée sur la démarche expérimentale ce qui transparait dans leur volonté de structurer leurs activités en classe sur le canevas classique de cette démarche : partir des observations, formuler un problème, conclure dans une forme affirmative sans nuance sur les résultats trouvés. En parallèle, la place des liens de parenté au sein de la théorie de l'évolution n'est pas ou très peu et souvent maladroitement précisée au cours de cette activité. Nous pouvons supposer que les élèves, placés dans ce contexte soient conduits légitimement à penser qu'ils ont mis en évidence des liens de parenté « vrais » à partir de l'observation directe des caractères et que la reconstitution de l'histoire du vivant que les enseignants leur présenteront par la suite sera tout aussi « vraie » et non pas probable. L'habitué des enseignants à un mode d'enseignement unique est peut-être impliquée dans l'existence des confusions épistémologiques des élèves. Cette hypothèse est bien entendu à explorer davantage dans le cadre d'une recherche didactique approfondie. Nous pouvons cependant postuler qu'utiliser un mode unique d'enseignement des sciences donne aux élèves une vision réduite de l'activité scientifique et des différents types de raisonnement qu'elle met en oeuvre et il m'apparaît nécessaire de mener une réflexion approfondie sur les modalités d'enseignement des sciences qui prendraient réellement en compte toutes ses dimensions épistémologiques. L'enseignement de l'évolution, est un objet curriculaire sur lequel cette réflexion pourrait s'appuyer.

8. Références et bibliographie

8.1 Ouvrages

- Brunold, C. (1948). *Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte dans l'enseignement scientifique*. Paris : Masson et Cie.
- Coquidé, M. Tirard, S. (2009). *L'évolution du vivant : un enseignement à risque ?*. Paris : Vuibert.adapt-snes (collections « vie, santé, évolutions »).
- Fortin, C. Guillot, G. Lecointre, G. Le Louhan-Bonnet, M-L. (2010). *Guide critique de l'évolution*. Paris : Belin.
- Kahn, P. (2002). L'influence du positivisme dans la réforme de l'enseignement secondaire de 1902. In Hulin, N. *Sciences naturelles et formation de l'esprit. Autour de la réforme de l'enseignement de 1902. Etudes et documents*. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion. p. 85.
- Orange, C. (2009). Les fonctions épistémologiques de l'évolution dans les programmes français de sciences de la vie et de la terre. In Coquidé, M. Tirard, S. (2009). *L'évolution du vivant : un enseignement à risque ?*. Paris : Vuibert.adapt-snes (collections « vie, santé, évolutions »). p. 42.

Kuster, Y. Lange, J-M. (2009). Quelques conceptions d'une profession de santé à propos des mécanismes de l'évolution : l'exemple des candidats à un concours de kinésithérapie. In Coquidé, M. Tirard, S. (2009). *L'évolution du vivant : un enseignement à risque ?*. Paris : Vuibert.adapt-snes (collections « vie, santé, évolutions »). p. 125.

8.2 Thèse

Fortin, C. (1993). *L'évolution : du mot aux concepts, études épistémologiques sur la construction des concepts évolutionnistes et les difficultés d'une transposition adéquate*. Thèse de doctorat, université Paris VII.

8.3 Conférence

De Ricqlès, A. (27 février 2009). *L'évolution, faits, hypothèse ou théorie : le problème de l'administration de la preuve dans les sciences historiques et son retentissement pour leur enseignement*. Université Claude Bernard, Lyon 1.

8.4 Bulletins officiels

Ministère de l'Education Nationale. (2002) *Sciences de la Vie et de la Terre*, Paris : CNDP (collection lycée, série accompagnements des programmes).