

Le concept d'espèce, outil / obstacle pour comprendre l'évolution biologique : le cas d'une problématisation scolaire en première ES

LHOSTE Yann, université de Caen-Basse-Normandie, IUFM, CERSE ; université de Nantes, CREN yann.lhoste@caen.iufm.fr

GOBERT Julie, université de Caen-Basse-Normandie, IUFM, CERSE ; julie.gobert@caen.iufm.fr

Mots clés : problématisation, obstacle, concept d'espèce, évolution biologique, mise en histoire

Introduction/résumé

Notre contribution, qui s'inscrit dans le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation (Orange, 2005 ; Fabre, 2009), cherche à déterminer comment le concept d'espèce intervient dans le processus de construction du problème de l'évolution des êtres vivants. Notre travail montre que la mobilisation d'une conception populationniste de l'espèce est une condition de possibilité de construction du concept de sélection naturelle et de celui d'évolution. Sur le plan didactique, cela pose la question de la façon dont les enseignants peuvent amener les élèves à mobiliser le concept d'espèce dans un travail sur l'évolution biologique.

Notre travail s'appuie dans un premier temps sur une analyse préalable de nature épistémologique qui nous servira de cadre à l'étude d'un débat scientifique mené en classe de première ES. La comparaison entre l'analyse préalable et la problématisation scolaire devrait nous permettre de mieux appréhender la compréhension par les élèves de la variabilité de l'espèce dans le temps et dans l'espace pour rendre compte de l'évolution biologique.

1. Analyse préalable : évolution et concept d'espèce

1.1. L'évolution : diversification et sélection naturelle

Le concept d'évolution, d'un point de vue macroscopique, tel qu'il est admis actuellement dans la communauté scientifique, articule deux processus biologiques :

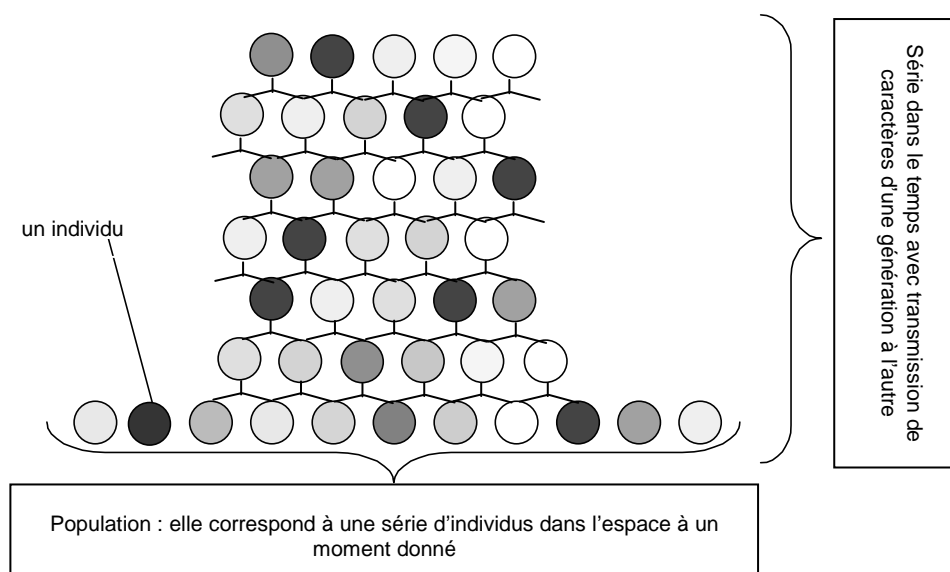
- la possibilité d'une diversification au sein de l'espèce issue de l'apparition aléatoire de nouveaux caractères héréditaires (ce sont les mécanismes liés aux aspects génétiques de la reproduction sexuée et ceux liés aux mutations)¹ ;
- la sélection naturelle qui conduit, dans le cadre d'une relation milieu / diversité de caractères au sein d'une espèce, à favoriser la reproduction des individus qui possèdent les caractères favorables

¹ Dans cette contribution, nous n'aborderons pas la question de la formation de nouvelles espèces et des facteurs qui y participent (isolement géographique,...). C'est un choix didactique de laisser cette question en « boîte noire ».

dans tel ou tel milieu de vie au détriment de ceux porteurs de caractères défavorables à la survie dans ce milieu de vie².

Ainsi, la sélection naturelle³ joue le rôle d'« une loi exprimant les effets de composition de la variation accidentelle, de l'hérédité et de la concurrence vitale » (Canguilhem, 1968, p. 108). La sélection naturelle intervient par rapport à la variabilité existante d'une part au sein des individus d'une population donnée (séries d'individus dans une dimension horizontale) et d'autre part dans les séries d'individus dans le temps (dimension verticale), ces deux séries étant reliées entre-elles par la filiation. Le concept d'espèce doit se penser dans cette double dimension comme nous essayons de le présenter sur la figure 1.

Figure 1. Les deux séries d'êtres vivants pour penser le concept d'espèce (les grisés représentent la variabilité au sein de l'espèce)



Ainsi, en fonction des conditions particulières propres à chaque milieu de vie et en vertu du processus de sélection naturelle, les êtres vivants seront adaptés à leur milieu de vie, puisque seuls les individus disposant de caractères avantageux par rapport à ce milieu survivent et peuvent ainsi transmettre ces caractères à leur descendance. Darwin déplace la nécessité dans « les seuls effets d'une sélection qu'impose l'obligation de vivre sous certaines conditions » (Jacob, 1970, p. 195) en donnant au hasard un rôle dans l'apparition des nouveautés. C'est par un tel raisonnement que Darwin parvient à séparer « le concept d'adaptation de toute référence à une finalité préordonnée » (Canguilhem, 1981, p. 132). Il assure, par rapport au modèle lamarckien qui proposait une adaptation progressive des êtres vivants par rapport à leur condition de vie⁴, une inversion entre l'apparition d'un être vivant et son adaptation. Chez Lamarck « l'intention adaptative précède toujours la réalisation » (Jacob, 1970, p. 166), ce qui implique la « nécessité de faire agir le milieu sur l'hérédité à travers désirs, besoins, habitudes et actes » (*ibid.*). Chez Darwin, la variation se fait au hasard, « en l'absence de toute relation entre cause et le résultat » (*ibid.*, p. 192) et c'est à partir de cette variabilité qu'un tri s'effectue entre les individus en fonction des caractéristiques de leur milieu de vie, ainsi « l'adaptation devient le résultat d'une partie subtile entre les organismes et ce qui les entoure » (*ibid.*, p. 193).

² « De légères modifications, favorables à quelque degré que ce soit aux individus d'une espèce, en les adaptant mieux à de nouvelles conditions ambiantes, tendraient à se perpétuer » (Darwin, 1865/1951, p. 88).

³ Nous avons analysé ailleurs comment la sélection naturelle avait acquis un caractère de nécessité dans l'ouvrage référence de Darwin (Lhoste, 2008) au sein d'un problème de surpopulation.

⁴ « La plasticité des structures du vivant, la souplesse de ses mécanismes permettent alors à l'organisme, non pas de s'insérer dans le monde qui l'entoure, mais d'insérer peu à peu ce monde dans son hérédité » (Jacob, 1970, p. 166).

Pour passer de l'adaptation à la formation (ou la disparition d'espèces), il suffit d'amplifier le rôle joué par le temps. Cette amplification permet l'accumulation de petits changements « *qui vont dans le sens d'une meilleure aptitude à vivre et/ou à laisser des descendants* » (Pichot, 1993, p. 805). Après un temps long et irréversible, l'adaptation par sélection peut conduire à la formation de nouvelles espèces qui dérivent les unes des autres par différents processus biologiques (dimension verticale de la fig. 1).

1.2. Une conception populationniste de l'espèce : une condition de possibilité pour construire le concept d'évolution biologique

Une rupture dans la façon de regarder les êtres vivants, intervenue au XIX^e siècle, peut être considérée comme une condition de possibilité à l'émergence du concept d'évolution biologique. En effet, il y a deux façons d'envisager une série d'êtres vivants. Soit on s'intéresse au type auquel chaque être vivant peut être référé⁵. De ce point de vue, on ne s'intéresse pas aux individus en tant que tels. On fait comme si chaque membre d'une espèce était identique au type, on n'accorde pas d'importance aux variations individuelles. Foucault précise ainsi que, pour Cuvier, l'espèce constitue « *une réalité originairement première et analytiquement ultime* » (1994/2001, p. 898). Chez Cuvier, il y a un « *seuil épistémologique* » entre l'individu et l'espèce, seuil « *à partir duquel la connaissance scientifique peut commencer* » (*ibid.*, p. 900). C'est ce que Jacob appelle la « *pensée typologique* » (1979, p. 148), à la suite des travaux de Mayr (1957). Soit on s'intéresse à chaque être vivant, aux caractéristiques qui peuvent le singulariser du type. Ce qui importe alors ce n'est plus le type, mais la population dans son ensemble, à travers sa distribution dans l'espace et le temps (fig. 1.) Deux conséquences : dans cette pensée populationniste, la variation n'est pas seulement un problème d'individus, mais de population. Darwin montre également comment « *à partir de l'individu, ce qu'on va pouvoir établir comme son espèce, son ordre, sa classe sera la règle de la généalogie, c'est-à-dire la suite des individus* » (Foucault, 1994/2001, p. 901). Ainsi, la « *persistance des types et plans d'organisation* » n'est plus « *le substrat ou le fondement de l'histoire ; elle n'en est que la conséquence* » (Canguilhem *et al.*, 1962/2003, p. 71). De ce point de vue, le passage d'une pensée typologique à une pensée populationniste, « *marque le début de la pensée scientifique moderne* » (Jacob, 1970, p. 191). Nous allons, maintenant, essayer de comprendre comment des élèves de première ES (15-16 ans) mobilisent le concept d'espèce pour rendre compte des mécanismes de l'évolution biologique.

2. Analyse d'une problématisation scolaire : l'espèce entre population et séries d'êtres vivants dans le temps

2.1. Corpus et méthodologie d'analyse

Le dispositif a été mis en œuvre dans une classe de 1^{re} ES du *Collège et lycée expérimental* d'Hérouville-Saint-Clair (14), par Julie Gobert. Lors de l'évaluation diagnostique, les élèves doivent produire un texte individuel qui doit indiquer :

- les causes de l'évolution des espèces vivantes ;
- comment expliquer que les espèces actuelles ne sont plus celles d'hier.

Pour cela, les élèves ont comme consigne de fournir une explication à l'échelle d'un individu et à l'échelle de l'espèce. Après cette évaluation, l'enseignante organise un travail en groupes à partir

⁵ Cela correspond à une vision essentialiste de l'espèce analysée par Mayr (1957).

d'une analyse des productions individuelles des élèves. Les productions des groupes serviront de support au débat scientifique.

Le débat a été conduit par Julie Gobert, filmé puis retranscrit. C'est à partir de ce script, de 110 interventions, que nous allons tenter de comprendre comment les élèves mobilisent le concept d'espèce pour rendre compte des mécanismes de l'évolution biologique.

Une analyse épistémologique et langagière a été réalisée à partir d'une méthodologie décrite et mise en œuvre sur l'intégralité du script dans Lhoste (2008). Il s'agit de suivre, à l'aide d'outils importés du champ des sciences du langage, l'évolution des propositions des élèves (Jaubert & Rebière, 2001) et ce que cela signifie au niveau épistémique dans le cadre de la problématisation (identification des contraintes et nécessités construites par les élèves). Nous avons choisi de présenter ici deux moments de ce débat où le concept d'espèce est mobilisé par les élèves pour travailler le problème de l'évolution biologique.

2.2. Premier extrait : les espèces sont adaptées à leur milieu de vie

Le tableau 1 présente l'analyse épistémologico-langagière de l'explication du premier groupe d'élèves (affiche : annexe 1).

Tableau 1. La présentation du groupe 1 : analyse épistémologico-langagière

Lara, Léo, Romain et Quentin font partie du groupe 1

1	Prof	Donc on s'interroge bien sûr qu'est ce qui peut amener au cours du temps à l'apparition d'une nouvelle espèce // qu'est ce que vous pensez de leur explication / vous pouvez émettre des critiques positives ou négatives ou des questions	
2	Louise	C'est bien c'est logique	
3	Lara	C'est par rapport à la reproduction qu'il y a des changements génétiques / au fur et à mesure que les espèces s'adaptent // enfin //	Ébauche d'un raisonnement pour mettre en relation trois éléments : reproduction – changements génétiques - adaptation des espèces. Le « au fur et à mesure » assure la mise en relation et semble donner à l'adaptation un rôle moteur dans le processus évolutif.
4	Prof	C'est-à-dire // les changements génétiques ont lieu quand par rapport aux modifications dans le comportement // qu'est ce qui précède // est ce que ça arrive après ou avant // tu me parles de modifications génétiques	
5	Lara	C'est quand le petit canard sort de l'œuf / ça se passe à l'intérieur de l'œuf	Décontextualisation d'un énoncé général / recontextualisation sur l'exemple précis de l'affiche : passage espèces -> individu : « les espèces » -> « le petit canard » -> hétéroglossie ⁶
6	Jonathan	Les transformations génétiques elles se passent avec l'environnement //	Décontextualisation / recontextualisation à un énoncé général par une reprise du raisonnement de Lara en 3/ avec des modifications : - il évacue la question de la reproduction - « modification » -> « transformation » - « au fur et à mesure » -> « elles se passent avec » - « les espèces s'adaptent » -> « avec l'environnement ».

⁶ Dans un énoncé, on peut trouver plusieurs voix qui ne peuvent pas être toutes attribuées à au sujet parlant. Les paramètres de la situation d'énonciation peuvent permettre de signaler (explicitement ou non) la superposition de ces différentes voix, c'est ce processus de signalisation que nous appelons hétéroglossie, à la suite de Jaubert (2007).

7	Jonathan	C'est lié à la disparition de l'espèce le canard 1 disparaît au profit du canard 2 //	Reprise-modification « l'espèce » -> « le canard 1 » qui relève de la même hétéroglossie que celle repérée en 5 et provoque un mouvement de décontextualisation/recontextualisation
8	Prof	Donc le canard 1 se transforme en canard 2 // pour Nathan on n'aura plus à ce moment-là d'individus de l'espèce canard 1	
9	Quentin	Oui	
10	Louise	S'ils ont subi le même changement de l'environnement oui // mais si jamais eux ils n'ont pas connu la période glaciaire ils vont rester comme un canard /	Décontextualisation/recontextualisation dans un énoncé plus général (retour du pluriel : ils, eux) par une reprise de l'explication par Louise qui précise le raisonnement de Jonathan en 6-7. Même hétéroglossie que celle repérée en 5 et en 7 : « ils vont rester un canard »

Cette présentation montre que les élèves s'essayent à la construction d'un objet de discours (ce dont on parle : le canard, les espèces, l'espèce canard) adapté à la situation proposée : les glissements singuliers (l'individu ou le type) -> pluriels (une série d'individus : l'espèce ?) génèrent de l'hétéroglossie et des mouvements de décontextualisation/recontextualisation. Ils signalent une difficulté à trouver le bon niveau de formulation et les tensions qui résultent du traitement de la tâche par les élèves. Dans cette explication, l'adaptation des individus à leur environnement est un fait qui n'est jamais discuté. L'explication proposée par les élèves a la structure suivante :

- état initial : les individus (vus comme le type) sont adaptés à leur milieu de vie ;
- perturbation de l'équilibre initial : modification de l'environnement ;
- face à cette perturbation, les individus sont contraints d'incorporer, de façon adaptative, les modifications de l'environnement dans leur patrimoine génétique. Cette modification mène à l'apparition de nouveaux caractères (modification du type) ;
- les nouveaux caractères permettent aux individus de retrouver un état final où ils sont à nouveau adaptés à leur milieu de vie.

La structure de cette explication, état initial -> perturbation -> transformation -> état final, rappelle l'organisation classique d'une histoire. Il nous semble que cette structure est due, en partie, au non-questionnement du « fait d'adaptation » considéré comme étant dans l'ordre des choses. Une histoire commence toujours « *par considérer une situation de départ comme allant de soi (...): l'état des choses y est ordinaire, normal* » (Bruner, 2002/2005, p. 18). L'histoire commence quand « *apparaît une brèche dans l'ordre des choses* » (*ibid.*, p. 29). Ici c'est la modification de l'environnement qui provoque une désadaptation des individus à leur milieu de vie. C'est bien parce que « *les histoires nous procurent des modèles du monde* » (*ibid.*, p. 38) qu'il n'est pas surprenant que les élèves mobilisent une telle structure pour s'engager dans l'explication d'un phénomène qu'ils ne connaissent pas. De plus, l'avantage de l'emploi d'une telle structure, c'est qu'elle est facile à reconstituer par les autres élèves⁷ puisque c'est une structure qui caractérise la psychologie populaire (Bruner, 1990/1991). Cette structure nous permet d'expliciter le problème auquel s'attaquent les élèves du premier groupe : le problème provient de la tension qui naît entre plusieurs contraintes : comme les individus du type sont adaptés à leur milieu de vie, une modification des conditions du milieu vient rompre cet état d'équilibre. C'est cette rupture de l'équilibre de départ qui fait problème. Les élèves veulent alors expliquer le retour à un état d'équilibre en tenant compte du lien entre l'information génétique et les caractères exprimés par les individus (tous identiques au type).

⁷ « *Les histoires sont ainsi des instruments particulièrement adaptés à la négociation sociale* » (Bruner, 1990/1991, p. 68).

2.3. Second extrait : la construction de la nécessité d'un temps long

Le tableau 2 présente l'analyse épistémologico-langagière de l'épisode où les élèves construisent la nécessité d'un temps long.

Tableau 2. Analyse épistémologico-langagière de l'épisode où les élèves construisent la nécessité d'un temps long

10	Louise	Là à mon avis entre canard 1 et canard 2 il y a plein d'autres canards avant d'arriver justement au canard 2 // tu ne peux pas mettre un canard qui est comme ça / ça se fait petit à petit // enfin // il y a plusieurs générations avant d'arriver à un canard qui va se modifier	1/ Prise en charge énonciative : « à mon avis » 2/ Orchestration du dialogisme ⁸ : « tu ne peux pas mettre un canard qui est comme ça » 3/ Argument avancé : « ça se fait petit à petit » 4/ « Enfin » : dénivellation
L'impossibilité d'une transformation rapide pointée par Louise en 10 participe à la construction de la nécessité d'un temps long. Le « <i>enfin</i> » marque une dénivellation qui permet le détachement de la conclusion « <i>il y a plusieurs générations avant d'arriver à un canard qui va se modifier</i> ». Les autres éléments de la proposition constituent les prémisses du raisonnement qui restent incomplètes.			
22	Raphaël	Ça ne se joue pas au bout de qu'une génération / c'est trop rapide // s'ils vont sous les tropiques juste le temps de faire leur petit //	1/ Le « ça » reprend l'objection de Camille formulée en 21 : « si les parents ont des gènes avec pas beaucoup de mélanine // bah l'enfant il en aura pas beaucoup il va peut être en avoir un peu en grandissant mais il ne sera jamais noir ». 2/ « pas que » « c'est trop rapide » reformule l'objection de Camille dans le cadre d'un temps long. 3/ Le temps long permet d'introduire une série d'individus dans le temps (la dimension verticale de la fig. 1.)
23	Louise	À la limite s'ils seraient nés là-bas sous les tropiques ils auraient quand même eu par rapport à leur // à leur code génétique ils se seraient aussi adaptés au soleil / si ça fait très longtemps qu'ils vivent sous les tropiques leur enfant aura peut-être des caractéristiques un peu plus évoluées //	1/ « si ça fait très longtemps » : prise en compte du temps long pour expliquer « les caractéristiques plus évoluées ». Cet énoncé est un peu dissonant par rapport à 22 qui se place dans le cadre de plusieurs générations. Ici on revient à l'échelle de la vie d'un individu. 2/ Prise en charge énonciative : modalisation appréciative « peut-être »
24	Prof	Est-ce que c'est à l'échelle d'une vie humaine	Pointe la dissonance entre l'énoncé de Raphaël et celui de Louise.
25	Nathan	Parce qu'en fait il faut qu'il y ait déjà // ça marche sur des générations et pas seulement sur 2 ou 3 / ça marche sur des centaines voire des milliers	1/ « ça » : reprise des modifications génétiques adaptatives 2/ Processus d'accentuation : « sur des générations » -> « et pas seulement 2 ou 3 » -> « sur des milliers ». Ce processus d'accentuation permet de gérer le dialogisme. C'est bien de séries dans le temps long dont il s'agit. Les modifications génétiques adaptatives ne jouent pas sur le temps d'une vie humaine.
26	Prof	Est-ce que vous pouvez seulement raisonner à l'échelle de 2 individus	Cette critique porte sur la dimension horizontale (série dans l'espace de la fig. 1.) par rapport à l'idée d'espèce.
27	Nathan	Non c'est pour ça par exemple que pour les	1/ Décontextualisation / recontextualisation sur

⁸ L'orchestration du dialogisme vise à réduire/accroître la dissonance produite par les différentes voix qui s'expriment dans le débat (dans la même intervention : hétéroglossie ; entre plusieurs interventions : dialogisme) en essayant de les faire tenir ensemble.

	insectes / on sait qu'ils peuvent évoluer très vite // parce que le taux de renouvellement est / sur une vie humaine / ça doit être plusieurs millions // donc on peut voir // xxx c'est pour ça que ça marche	l'exemple des Insectes où la génération est plus courte par rapport à celle de l'homme, ce qui permet de voir une évolution sur un temps relatif à l'homme. Sur cet exemple, il est peut-être plus facile d'envisager la série des individus dans l'espace (dimension horizontale). 2/ Accentuation : « plusieurs millions » 3/ « ça » : dénivellation qui reprend le mécanisme de modifications génétiques adaptatives qui marchent à cause de ce temps très très long (accentuation).
--	--	---

Le temps long va devenir une nécessité à travers un raisonnement par le contraire. Une évolution / transformation d'un individu sur une génération n'est pas possible. Il faut nécessairement faire appel au temps long pour que cette transformation soit possible (interventions 22, 23, 25, 27). Il s'agit d'un temps long à l'échelle de plusieurs générations (processus d'accentuation en 25, 27) et plus seulement à l'échelle d'une vie humaine⁹. Le temps long introduit l'idée que les mécanismes de l'évolution concernent une série d'individus dans le temps (dimension verticale de la fig. 1.) qui sera désormais utilisée dans la suite du débat. La nécessité d'un temps long vient résoudre toute difficulté liée à la prise en compte des contraintes génétiques par exemple. Tout devient possible du moment que cela s'exerce sur un temps long.

2.4. L'état de la problématisation après la présentation du premier groupe

Les élèves se sont engagés dans la construction d'une explication à partir de l'identification d'un fait à expliquer (les espèces s'adaptent au nouveau milieu) et de l'idée que des modifications génétiques sont impliquées dans la transformation de l'individu. Cependant, seule la nécessité d'un temps long à été construite, comment pouvons-nous l'expliquer ?

Pour établir cette relation, ils mobilisent un mécanisme, celui des modifications génétiques adaptatives. Nos analyses montrent que les arguments sur lesquels les élèves s'appuient, pour justifier le mécanisme des modifications génétiques adaptatives, sont des arguments par l'exemple ou par illustration, pour reprendre la distinction de Perelman (2002, p. 135-143)¹⁰. Cette stratégie argumentative traduit un nombre important de mouvements de décontextualisation / recontextualisation qui témoignent de la difficulté rencontrée par les élèves pour construire l'objet de discours désignant « qui » est impliqué dans le processus d'évolution. Cela se manifeste, lors de la présentation du premier groupe, par une hétéroglossie dans les énoncés des élèves qui peuvent utiliser, dans la même phrase, le pluriel et le singulier pour désigner qui est concerné par l'évolution (Lara, 3, 5 ; Jonathan, 7 ; Louise, 10). On peut observer le même type de mouvement lorsque l'on passe du « canard » aux « insectes » en 27. Il nous semble que, dans cet épisode, à travers les mouvements épistémologico-langagiers repérés, le concept d'espèce est mis au travail. Cette étude de cas montre que les élèves rencontrent des difficultés pour articuler les dimensions horizontales et verticales nécessaires à la construction du concept d'espèce. Dans la suite du débat, les élèves vont raisonner à l'échelle d'un individu inscrit dans une généalogie, ce qui permet aux élèves de prendre en compte une série d'individus dans le temps.

Ainsi, les élèves n'arrivent jamais à articuler ces deux séries (ce qui nécessite de se situer, pour reprendre notre figure, dans un plan et pas seulement sur des lignes), or la pensée évolutionniste

⁹ Comme le précisent Orange et Orange-Ravachol, « si le temps est nécessaire, c'est juste pour donner un peu d'ampleur à la transformation » (2004, p. 31).

¹⁰ « Alors que l'argumentation par l'exemple sert à fonder soit une prévision soit une règle, le cas particulier joue un tout autre rôle quand la règle est admise : il sert essentiellement à l'illustrer, c'est-à-dire à lui donner une certaine présence dans la conscience » (Perelman, 2002, p. 137).

suppose l'articulation des dimensions spatiales et temporelles. Cela peut expliquer les difficultés rencontrées par les élèves pour avancer dans la problématisation sur ce thème.

Dans les explications qu'ils proposent (aussi bien celle présentée ici que celle des autres groupes), une nouvelle espèce vient prendre la place de l'espèce de départ, selon un processus proche d'une métamorphose, puisque même s'il s'agit d'un nouvel individu, il s'agit d'un individu qui prend le relais de l'individu précédent. Ce mythe de la métamorphose « *sert de toile de fond à une mythologie évolutionniste qui fonctionne toujours-à-nouveau comme un obstacle à l'assimilation des conceptions darwiniennes* » (Rumelhard, 1995, p. 336). Cet obstacle joue complètement dans l'explication présentée ici, puisque toute transformation est possible, sans contrainte. Ainsi, la transformation d'un individu/type en un autre relève toujours d'une métamorphose. Le nouvel être vivant apparaît dans le prolongement du précédent, mais plus perfectionné, plus adapté, dans un processus de perfectionnement graduel d'organisation. Puisqu'il n'y a pas de population (série dans l'espace), cela ne permet pas de penser la diversification. C'est la raison pour laquelle, nous pensons que « *l'élève abandonne la diversification pour ne retenir que la transformation* » (Fortin, 2000, p. 92-93). Au final, les élèves développent une conception ontogénétique de l'évolution basée davantage sur le modèle d'un développement que sur celui d'un modèle darwinien. Dans ce sens, l'évolution assure « *le changement dans la continuité* » (Fortin, 2000, p. 96), ce qui place les explications transformistes dans un cadre plus fixiste qu'évolutionniste, paradoxe déjà souligné par certains didacticiens (Lacombe, 1987 ; Fortin, 2000). Cela conduit à manquer « *cette nouvelle dimension qui permet de comprendre la constitution du monde vivant, celle de l'histoire* » (Rumelhard, 1995, p. 338).

Il nous semble que la structure narrative traduit, sur le plan langagier, un raisonnement séquentiel « *qui ne favorise pas la prise en compte simultanée de toutes les caractéristiques de la situation* » (Viennot, 2003, p. 16). Pour envisager une diversification, il faut pouvoir concevoir, à la fois, la formation d'une nouvelle espèce et le maintien de l'espèce souche via la spéciation. Envisager une diversification nécessite de rompre avec un raisonnement séquentiel et d'articuler des séries d'êtres vivants dans une dimension horizontale ET verticale (fig. 1)¹¹.

Le fait, pour ces élèves, de ne pas pouvoir mobiliser (ou de le construire simultanément) le concept d'espèces ne leur permet pas de construire le concept de sélection naturelle et par conséquent celui d'évolution biologique.

3. Discussion : questions didactiques et curriculaires

La problématisation scolaire étudiée ici est éloignée de la norme épistémologique prise pour référence : ainsi, les élèves produisent des explications dans un paradigme transformiste plus fixiste qu'évolutionniste. Nous avons indiqué, au fil du texte, des raisons qui expliquent les difficultés rencontrées par les élèves pour s'engager dans une problématisation sur l'évolution biologique. Parmi elles, le niveau d'organisation (celui de l'individu ou du type) à partir duquel les élèves s'attaquent à cette question ne leur permet pas de construire le problème dans un paradigme évolutionniste. En effet, seule l'articulation entre différentes dimensions, temporelles et spatiales, (et aussi avec différentes échelles), à travers le concept d'espèce, permettra de construire le concept de sélection naturelle et d'évolution biologique. Cela pose la question didactique des conditions de possibilité pour engager les élèves à travailler au niveau des populations et des espèces et donc du passage d'un paradigme à un autre (qu'est-ce que cela nécessite comme réorganisation / transformation des savoirs des élèves ? Quels sont les outils cognitifs nécessaire pour pouvoir penser l'évolution ?).

Nous pensons également que ces premiers résultats ouvrent des pistes de réflexion en ce qui concerne la refonte du curriculum, puisque les concepts biologiques à disposition des élèves sont construits au niveau des organismes et non des populations (comme dans le cas de la génétique par exemple).

¹¹ Comme le précise Orange et Orange (1995), il ne s'agit pas « *de dépasser le raisonnement séquentiel en évacuant le temps* ».

Bibliographie

- Bruner, J.S. (1990/1991). *Car la culture donne forme à l'esprit*. Paris : Eshel.
- Bruner, J.S. (2002/2005). *Pourquoi nous racontons nous des histoires ? Le récit au fondement de la culture et de l'identité individuelle*. Paris : Pocket.
- Canguilhem, G. (1968). *Études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris : Vrin.
- Canguilhem, G. (1981). *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie. Nouvelles études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris : Vrin.
- Canguilhem, G., Lapassade, G., Piquemal, J. & Ulmann, J. (1962). *Du développement à l'évolution au XIX^e siècle*. Paris : PUF.
- Darwin, C. (1865/1951). *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature*. Paris : Alfred Costes Éd.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris : Vrin.
- Fortin, C. (2000). Les causes de l'évolution. In G. Rumelhard (éd.). *Les formes de causalité dans les sciences de la vie et de la Terre*. Paris : INRP (pp. 81-101).
- Foucault, M. (1994). La situation de Cuvier dans l'histoire de la biologie. In *Dits et Écrits*, tome 1. Paris : Gallimard (pp. 898-934).
- Jacob, F. (1970). *La logique du vivant*. Paris : Gallimard.
- Jacob, F. (1979). L'évolution sans projet. In *Le darwinisme aujourd'hui*. Paris : Éd le Seuil, p. 145-163.
- Jaubert, M. (2007). *Langage et construction de connaissances à l'école*. Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.
- Jaubert, M. & Rebière, M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoir. *Aster*, n° 33, p. 81-110.
- Lacombe, G. (1987). Adaptation et théorie de l'évolution. *Aster*, n° 4, p. 139-153.
- Lhoste, Y. (2008). *Problématisation, activités langagières et apprentissage dans les sciences de la vie. Étude de quelques débats scientifiques dans la classe dans deux thèmes biologiques : nutrition et évolution*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation non publiée, université de Nantes, Nantes.
- Mayr, E. (1957). Species concepts and definitions. *Amer. Assoc. Adv. Sci.*, n° 50, p. 1-22.
- Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation, Pour l'ère nouvelle*, vol. 38, n°3, p. 69-93.
- Orange, C. & Orange-Ravachol, D. (2004). Les conceptions des élèves et leur mode de raisonnement en sciences de la Terre. *Géochronique*, n° 90, p. 29-32.
- Orange, C. & Orange-Ravachol, D. (1995), Géologie et Biologie : analyse de quelques liens épistémologiques et didactiques. *Aster*, n° 21, p. 27-49.
- Perelman, C. (2002). *L'empire rhétorique. Rhétorique et argumentation*. Paris : Vrin.
- Pichot, A. (1993). *Histoire de la notion de vie*. Paris : Gallimard.
- Rumelhard, G. (1995). Permanence, métamorphose, transformation. *Biologie-Géologie*, n°2, p. 333-345.
- Viennot, L. (2003). Raisonnement commun en physique : relations fonctionnelles, chronologie et causalité. In L. Viennot & C. Debru (éd.). *Enquête sur le concept de causalité*. Paris : PUF.

Annexe 1. Affiche du premier groupe d'élèves (Lara, Léo, Romain et Quentin)

