

Conditions de possibilité de construction du concept darwinien de la sélection naturelle en 6^{ème} primaire (Belgique) : une étude de cas.

Poncelet, Jean-François⁽¹⁾, Orange, Christian⁽²⁾, De Biseau, Jean-Christophe⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratoire de didactique de la biologie, Université Libre de Bruxelles - Belgique

⁽²⁾Services des Sciences de l'Education, Université Libre de Bruxelles - Belgique

Résumé :

Depuis quelques années déjà de nombreux didacticiens proposent, en réponse à un constat d'échec de la programmation actuelle des apprentissages, de débiter l'apprentissage de la théorie de l'évolution et plus particulièrement de la sélection naturelle dès la fin du cursus primaire. Cette proposition renvoie à un nécessaire questionnement didactique sur la définition du modèle de la sélection naturelle qui doit être l'objet d'apprentissage et sur les modalités de sa construction de la part des élèves. Dans cette étude de cas, nous tenterons d'étayer cette proposition en choisissant d'envisager l'apprentissage de ce concept à partir du cadre théorique de la problématisation. La séquence forcée que nous avons proposée aux élèves implique donc de développer un modèle explicatif articulant différentes nécessités construites en réponse à un problème de modification morphologique d'une population au cours du temps. En accord avec les notions scientifiques vues à ce niveau scolaire, nous avons décidé d'outiller les élèves avec un cadre conceptuel de type darwinien. A partir d'analyses conceptuelles et épistémologiques, d'analyses de l'évolution des objets du discours, d'analyses de l'argumentation et de sa dynamique menées sur les débats collectifs permettant de traiter le problème en classe, nous avons pu mettre à jour l'existence de plusieurs modèles explicatifs repris sous la forme d'espaces de contraintes. Certains d'entre eux mettent en jeu l'obstacle du finalisme. Un autre modèle explicatif construit lors des débats se rapproche néanmoins d'une conception darwinienne de la sélection naturelle. Il semblerait que cette construction s'appuie notamment sur des outils insérés dans le canevas de départ de l'activité. Ces derniers semblent permettre la construction d'une conception mobilisable du processus de variation morphologique héréditaire. Cependant aux termes de l'activité, les élèves sont dans l'incapacité de valider l'un des modèles qu'ils ont construit faute d'instruments conceptuels suffisants.

Mots-clés : problématisation ; primaire ; sélection naturelle ; obstacle ; évolution

Introduction

En Belgique francophone, l'enseignement de la théorie de l'évolution, et plus particulièrement la sélection naturelle, est programmé pour la dernière année du cycle secondaire, l'équivalent de la terminale dans le système français. Plusieurs études réalisées au cours de la dernière décennie (Perbal et *al.*, 2006 ; Carette et *al.*, 2010 ; Fortin, 1993 ; Gobert, 2014) ont permis de mettre en évidence les difficultés d'apprentissage du concept de sélection naturelle dans ce contexte. Ces dernières témoignent de la présence de nombreux obstacles dont la recension et l'analyse ont déjà été abondamment traités dans la littérature issue de la didactique des sciences. En réponse à ce constat également repéré dans d'autres contextes d'enseignement, plusieurs didacticiens (Desmastes et *al.*, 1995 ; Jimenez-Aleixandre, 1992) ont proposé d'aborder certains concepts darwiniens dès la fin du niveau primaire, l'équivalent de la 6^{ème} année de collège dans le système français. Notre

étude a pour objectif d'explorer plus particulièrement les conditions de possibilité de construction du concept de sélection naturelle à ce niveau.

Cadres théoriques

L'étude des possibilités d'apprentissage d'un concept scientifique nécessite de s'intéresser à la manière dont ce concept a été construit. En effet, les processus de production des connaissances scientifiques imprègnent les connaissances construites et délimitent leurs champs d'application. Pour Gaston Bachelard, l'esprit scientifique se marque par la capacité à poser des problèmes, à construire des questions : « *C'est précisément ce sens qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique* » (1938, p.17). Les explications construites en réponse à ces problèmes ne prennent par ailleurs jamais le statut de vérités. L'expérimentation et les observations exercées par les scientifiques mettent à l'épreuve de manière répétée les connaissances construites sans jamais pour autant pouvoir les valider *ad vitam aeternam*. Ces connaissances restent, par définition, réfutables (Popper, 1985). Les tentatives de réponse à un problème sont donc présentées sous la forme d'hypothèses dont la plupart seront par la suite invalidées. La reconnaissance et la prise en compte de ce processus d'élimination logique est une autre caractéristique de la connaissance scientifique. Comme l'indique les travaux de Christian Orange « *Il ne suffit pas, en sciences, de savoir que cela est comme ceci ou comme cela, ce qui vaut pour les savoir assertoriques...Il faut savoir pourquoi ce ne peut être autrement (savoir apodictique)* » (2012, p. 39). Les savoirs scientifiques sont donc construits sur des nécessités qui renvoient à des raisons de possibilités ou d'impossibilités valables dans le cadre d'un problème donné.

En sciences, la construction d'une hypothèse explicative passe le plus souvent par la construction d'un modèle. Les travaux réalisés par J-L. Martinand et prolongés par C. Orange nous permettent de comprendre l'activité de modélisation comme l'interaction de trois registres (Martinand, 1992 ; Orange, *op cit*). Lors de la construction d'un problème, une série de faits sont convoqués comme des éléments induisant le problème ou comme des éléments permettant de composer une hypothèse explicative. Ils font partie d'un premier registre identifié comme le registre empirique. De multiples tentatives d'explications vont être construites en lien avec un nombre variable de ces faits. Elles composent le deuxième registre que l'on nomme le registre des modèles. Ces deux registres sont en interactions permanentes, à travers un jeu de liens logiques. Les faits qui sont contradictoires avec certains modèles explicatifs existants permettent de construire un problème. A partir des faits et des modèles existants, de nouvelles hypothèses explicatives sont construites et ensuite confrontées à d'autres faits. L'ensemble de ces interactions sont orchestrées par une série de présupposés qui ne seront pas remis en cause durant la tentative de traitement du problème. Il s'agit d'un ensemble de principes identifiés sous le terme de registre explicatif. Pour essayer de comprendre comment une classe peut tenter de construire de manière scientifique un modèle explicatif d'un nouveau phénomène, il est donc nécessaire d'utiliser ces cadres de lecture.

De la même manière il est nécessaire de définir précisément le modèle de la sélection naturelle dont nous souhaitons étudier les possibilités d'apprentissage. Nous nous

référerons principalement à la conception darwinienne de ce principe. Il nous semble en effet que la conception post-darwinienne utilise des compétences qui ne sont jamais abordées à ce stade de l'enseignement. Nous pensons ici plus particulièrement aux notions de génotype, de gène, d'allèle et de fréquence.

Afin de décrire la structure du concept de sélection naturelle tel que proposé par Charles Darwin, nous nous référons à l'analyse réalisée par Ernst Mayr (1989). L'analyse proposée par ce dernier nous indique que le concept de la sélection naturelle se construit sur les concepts de variabilité héréditaire, de contraintes environnementales (qui provoquent l'élimination d'une partie de la population à chaque génération) et d'inégalité des variants face aux éléments sélectifs de l'environnement. La construction d'un modèle sélectif comme explication d'un événement évolutif se réalise donc à l'échelle d'une population et se base sur des modifications morphologiques observables.

Question de recherche et méthodologie

Par la mise en place d'une séquence forcée (Orange, 2010), nous cherchons à faire construire un modèle minimaliste de la sélection naturelle par des élèves de 6^{ème} primaire. La situation forcée est construite à partir du cas d'évolution morphologique des phalènes du bouleau dans le bassin industriel anglais au 19^{ème} siècle (Majerus, 2009). Il est plus particulièrement demandé aux élèves de construire un modèle explicatif de la modification morphologique d'une population de phalènes au cours du temps. Ce travail s'étale sur plusieurs séances et chacune d'entre elle présente des spécificités du point de vue de l'organisation du travail des élèves (travail seul, en groupe ou en commun). Un enregistrement vidéo et audio de chacune des séances est réalisé de manière à avoir accès à l'activité langagière de chacun des élèves lors des activités de groupe. En parallèle, les élèves ont produit des écrits en groupe ou en solitaire.

Les échanges collectifs concernant les modèles explicatifs de la modification morphologique de la population ont été analysés sous plusieurs angles grâce la batterie d'outils suivante : des analyses conceptuelles et épistémiques (Orange, *op cit.*) ; des analyses argumentatives (Toulmin, 1993), des analyses de la dynamique argumentative (Plantin, 1996) ; des analyses de l'évolution des objets du discours (Grize, 1997; Bakhtine, 1984).

L'ensemble de ces outils vous nous permettre d'approcher les concepts discutés, de construire les espaces de contraintes en jeu, de comprendre les interactions entre les différents registres, les logiques de validation et d'invalidation des modèles et des hypothèses explicatives proposées.

Résultats et discussions

Nos analyses nous permis de constater la construction et la mise en concurrence de plusieurs modèles explicatifs. Une partie d'entre eux sont marqués par la présence de plusieurs obstacles à l'apprentissage d'un modèle darwinien de la sélection naturelle tel que le finalisme. L'un des modèles construit au terme de l'activité collective se rapproche néanmoins d'un modèle sélectif darwinien. Sa construction semble s'appuyer sur plusieurs

éléments que nous avons insérés dans la situation de départ afin de documenter le processus de variation morphologique (capacité d'apparition de variants indépendamment des conditions environnementales, comparaison d'un bois dans lequel il n'y a pas de modifications morphologiques de la population de phalènes avec un bois dans lequel il y a une modification morphologique des populations de phalènes) et sur des principes de traitement des problèmes directement proposés par les élèves (ex : principe d'uniformité explicative). Finalement, il semble impossible aux élèves de valider un modèle explicatif parmi ceux qui ont été proposés.

Ces premiers résultats nous indiquent tout d'abord qu'il semble envisageable, au moins du point de vue des élèves, d'aborder et de construire la notion de sélection naturelle à ce stade du cursus scolaire. Nous constatons néanmoins la présence d'obstacles qu'il ne semble pas évident de pouvoir dépasser. En effet, les éléments des registres empiriques et explicatifs qui ont permis aux chercheurs de les traiter ne semblent pas directement accessibles aux élèves. Il faudrait, en effet, tout d'abord réaliser un apprentissage de certaines notions en génétique et en mathématique.

Les résultats de cette expérience nous invitent à nous questionner sur la manière dont il est possible d'outiller les élèves pour leur permettre de construire de nouvelles explications à propos de l'évolution morphologique d'une population. En référence aux éléments à partir desquels Charles Darwin semble avoir construit la notion de sélection naturelle, il nous paraît indispensable de souligner l'importance de la construction d'une version dynamique de la notion de variation morphologique héréditaire.

Références bibliographiques

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.

Bakhtine, M. (1984). *Esthétique de la création verbale*. Paris : Gallimard.

Carette, V., De Biseau, J.C., Wolfs, J.L, Colsoul, A. Leclercq G., Poncelet, J.F. (2010). *Etude du processus d'appropriation de la notion d'évolution biologique par les élèves de l'enseignement primaire et secondaire en Communauté française de Belgique dans le but de la mise au point d'outils didactiques destinés à faciliter cet apprentissage, Rapport final*, ULB, Service des Sciences de l'Éducation.

Demastes, S. S., Settlage, J., & Good, R. J. (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, n°32, 535-550.

Fortin, C. (1993). *L'évolution, du mot au concept. Étude Épistémologique sur la construction des concepts évolutionnistes et les difficultés d'une transposition didactique*. Thèse de doctorat, Université Denis Diderot, Paris 7.

Grize, J.B.(1997). *Logique et langage*. Paris : Ophrys.

Gobert, J. (2014). *Processus d'enseignement-apprentissage de raisonnements néo-darwiniens en classe de Sciences de la vie et de la Terre*. Thèse de doctorat, Université de Caen-Basse Normandie.

Jimenez, A.M.P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, n°14, 15-21.

Majerus, M. E. N. (2009). Industrial melanism in the peppered moth, *Biston betularia*: an excellent teaching example of Darwinian evolution in action. *Evolution & Education Outreach*, n°2, 63–74.

Martinand, J.L. (1992). Présentation dans *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP

Mayr, E. (1989). *Histoire de la biologie*. Paris : Fayard.

Orange, C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier d'enseignant. *Recherches en éducation*, hors-série n° 2, 73-85.

Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck.

Perbal, L., Susanne, C., Slachmuylder J.-L., (2006). Evaluation de l'opinion des étudiants de l'enseignement secondaire et supérieur de Bruxelles vis-à-vis des concepts d'évolution (humaine). *Antropo*, n°12, 1-26.

Plantin, C. (1996). Le trilogue argumentatif. Présentation de modèle, analyse de cas. *Langue française*, n°112, 9-30.

Popper, K. (1963/1985). *Conjectures et réfutations: La croissance du savoir scientifique*. Paris: Payot.

Toulmin, St. E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. Paris : P.U.F.