

STRATEGIE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES EPISTEMOLOGIQUES EN SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE.

1- KONE Bérédougou

Ecole normale supérieure de Bamako

beredougouk@gmail.com

2- TRAORE Lassina

Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB)

3. MAÏGA Mohamed S.

USTTB

Résumé

Permettre aux futurs professeurs de surmonter des obstacles épistémologiques qui entravent leurs apprentissages constitue un des défis fondamentaux d'un enseignement scientifique constructiviste en formation initiale. Comment concevoir un tel enseignement ? L'objectif de notre travail est de développer une stratégie pour amener les futurs enseignants à franchir des obstacles d'apprentissage de l'écologie. Nous partons de l'hypothèse que le modèle socioconstructiviste bien déroulé en classe permet de franchir facilement certains obstacles à l'apprentissage. Notre étude porte sur une cohorte de 35 étudiants à l'Ecole normale supérieure (ENSUp), futurs professeurs de Sciences de la vie et de la terre (SVT), auxquels nous avons proposé une activité de résolution de la situation-problème, « quelle relation faites-vous entre écosystème et milieu ? ». La démarche a permis aux étudiants de se rendre à l'évidence de l'obstacle épistémologique à l'origine du flou conceptuel entre milieu et écosystème et développer un processus cognitif orienté vers une autre approche plus didactique pour enseigner les concepts d'écologie.

Mots-clés : *écologie, écosystème, milieu, obstacle épistémologique.*

Abstract

Strategy for overcoming epistemological obstacles in life and earth sciences

Allowing future teachers to overcome epistemological obstacles that hinder their learning is one of the fundamental challenges of constructivist scientific education in initial training. How to design such a lesson? The objective of our work is to develop a strategy to bring future teachers to overcome obstacles in learning about ecology. We start from the hypothesis that the social constructivist model well carried out in the classroom makes it possible to easily overcome certain obstacles to learning. Our study focuses on a cohort of 35 students at the Ecole Normale Supérieure (ENSUp), future teachers of Life and Earth Sciences (SVT), to whom we offered a problem-solving activity, « what relationship do you make between ecosystem and environment ? » The approach allowed the students to come to the evidence of the epistemological obstacle at the origin of the conceptual vagueness between environment and ecosystem and to develop a cognitive process oriented towards another more didactic approach to teach the concepts of ecology.

Keywords: *ecology, ecosystem, environment, epistemological obstacle.*

Introduction

Aujourd'hui, une attention grandissante doit être portée à la formation initiale des enseignants sur le développement professionnel de ces derniers et à la façon dont ils pourraient améliorer les apprentissages des élèves. Nous abordons ici un aspect important de la formation des enseignants en sciences, la résistance des obstacles aux efforts d'enseignement. Un obstacle est une structure et un mode de pensée qui fait résistance dans l'enseignement et dans les apprentissages (Cohen-Azria C. et *al.*, 2013). Le savoir savant est souvent source d'obstacles à l'apprentissage si l'enseignant lui-même ne s'en rend pas compte. Le but de notre travail est de développer des dispositifs didactiques en agissant sur les obstacles à l'apprentissage de certains concepts de la biologie. L'objectif visé est de développer une stratégie pour amener les futurs enseignants à franchir un obstacle épistémologique en écologie ; une stratégie qu'ils pourront reproduire dans leurs pratiques de classe. Nous partons de l'hypothèse que l'installation de conflits sociocognitifs au sein de la classe, aussi essentielle qu'elle soit, ne constitue qu'une condition parmi tant d'autres pour leur dépassement, mais des stratégies didactiques variées, alternatives et/ou complémentaires méritent d'être davantage explorées. Dans la première partie, nous présentons une description de la méthodologie, la deuxième partie présente les résultats et la discussion avec dans un premier temps une synthèse de la recherche documentaire sur le flou conceptuel très souvent entretenu par la littérature écologique entre le concept de milieu et celui d'écosystème, puis les résultats de l'expérimentation conduite en classe avec les étudiants.

1. Méthodologie

Dans un premier temps, nous avons fait une recherche documentaire, afin de présenter une synthèse sur la clarification des concepts de milieu et d'écosystème

Dans un second temps, nous avons expérimenté une stratégie pour la mise en évidence d'obstacles à l'apprentissage et pour leur franchissement. L'étude est faite avec une classe de 35 étudiants, des futurs professeurs de SVT à l'Ecole normale supérieure (ENSUP), à qui nous avons soumis la situation-problème suivante à résoudre : « quelle relation faites-vous entre écosystème et milieu ? » Pour la collecte des

données, nous avons utilisé la technique d'animation pédagogique du brainstorming développée par Alex Osborn dans les années 1940. Nous avons fait produire collectivement un minimum d'idées créatives pour apporter une réponse à la situation problème proposée. Les idées sont recueillies et portées au tableau, avec une absence immédiate de feedback de notre part. Ainsi, les idées émises ne sont pas critiquées dans l'immédiat, ce qui a permis aux étudiants de s'exprimer plus ouvertement, sans crainte d'être dans l'erreur ou d'être critiqués. A la suite des idées émises, nous avons ensuite posé l'une après l'autre deux autres questions pour alimenter davantage les idées et voir leur cohérence ou leur incohérence.

Question n°1 : pour vous, quelles sont les composantes (éléments) d'un milieu ?

Question n°2 : citez des exemples de milieu.

A la suite de la collecte des idées, une discussion est engagée afin de valider les idées ou de se prononcer sur leurs limites avec l'ensemble des étudiants (discussion). Le but est de voir si les idées sont cohérentes et de voir aussi leurs limites. Les idées retenues sont réorganisées pour en faire une synthèse.

Pour terminer, nous sommes revenus sur la situation-problème pour engager le débat d'idées en classe et de convenir ensemble sur des idées qui sont cohérentes et qui tiennent scientifiquement.

Cette technique intègre le concept de *piggybacking*¹. Etant donné que les critiques ne sont pas autorisées, les étudiants sont invités à exploiter les contributions des autres. Cela a créé une atmosphère collaborative, où les bonnes idées sont encore plus soutenues. La technique a permis aux étudiants de vite s'apercevoir de la limite de certaines idées et donc des obstacles auxquels ils sont butés et de les amener à prendre du recul.

2. Résultats et discussion

2.1. La difficulté de clarification du concept de milieu

Selon Ghitti, c'est à partir de la botanique qu'on a tenté de préciser l'approche « milieu naturel » qui suppose toujours, « une répartition territoriale des phénomènes » (Ghitti J.-M., 2010 :3), Avec la naissance de l'écologie, « le concept de milieu va devoir alors se préciser selon deux axes :

¹ *Piggybacking* : expression anglaise qui veut dire en français « rebondir sur quelque chose »

- le milieu comme une composition pour mieux comprendre les relations entre les êtres qui se trouvent associés dans un même site.
- le milieu comme dynamique d'inter-engendrement : étudier les interactions entre un être donné et son milieu, en voyant comment, dans un sens, l'être est le produit de son milieu, et comment, en sens inverse, le milieu est produit par cet être.

Selon l'auteur, c'est dans cette démarche que s'engage l'écologie, selon une précision en contraste avec l'usage présicientifique de la notion de milieu. Elle met en évidence les facteurs qui composent le milieu naturel. Ceux-ci regroupent les facteurs climatiques (température, luminosité, vent, pression atmosphérique), les facteurs abiotiques (mécaniques et chimiques) les facteurs biotiques (homotypiques ou hétérotypiques). C'est alors que le milieu naturel va être conçu plus précisément comme écosystème.

Gandolfo G. (2008) a montré l'ambiguïté entre milieu et écosystème entretenue en biologie. Selon l'auteur, la biologie élargit la notion à l'ensemble non seulement des objets matériels, des conditions physiques, chimiques et climatiques, mais également aux autres êtres vivants qui entourent et influencent tout organisme vivant. Cette idée fait référence à l'écosystème. L'auteur rappelle aussi que l'écologie descriptive distingue le macromilieu dans une dimension régionale et des micromilieus, c'est-à-dire des différenciations locales parfois punctiformes, comme un caillou posé sur le sol ou encore l'anfractuosité d'un rocher (microclimat thermique, hydrique, osmotique, salin...).

Rumelhard G. (1989) a répertorié dans l'enseignement actuel quatre formulations possibles de la notion de milieu et qui s'articulent deux par deux autour de deux idées majeures, mais assez incompatibles : (1) le milieu et vivant sont deux entités distinctes l'une de l'autre. Le milieu est une chose (milieu aquatique, milieu aérien, milieu terrestre...) ou un ensemble de paramètres (facteurs climatiques, gravitation, pression osmotique...) existant indépendamment des êtres vivants, ceux-ci pouvant être désignés eux-mêmes comme facteurs biotiques. Le vivant est alors conçu comme subissant les contraintes externes qui s'imposent à lui et déterminent ses possibilités de vie. Le milieu est la projection des besoins des vivants dans la niche écologique². Le vivant est alors conçu comme découpant dans le monde extérieur, ce qui favorise son

² Niche écologique : c'est une place occupée par une espèce dans un écosystème. Le terme concerne aussi bien l'habitat de cette espèce que le rôle qu'elle joue sur le plan trophique, sur le régime alimentaire.

propre développement. (2) Le milieu et vivant sont deux entités changeantes en relations étroites, et le vivant lui-même est un milieu et pas seulement un paramètre. Il y a une constitution réciproque entre vivant et milieu, formant un tout indissociable. L'organisme créé ou recréé son milieu tout autant qu'il s'y adapte. Réciproquement, le milieu ainsi créé sélectionne les populations successives d'êtres vivants au fur et à mesure des changements. Il existe donc une relation dynamique entre populations et paramètres physico-chimiques, autrement dit, une relation fonctionnelle (donc changeante) dont la structure se modifie au fur et à mesure de son fonctionnement et au cours du temps.

Selon Astolfi J.-P. (1987), la notion de milieu est souvent sollicitée dans le discours et le raisonnement sans faire l'objet d'une attention particulière. « L'idée de milieu est ainsi présente-absente, transversale aux raisonnements, constamment sollicitée comme une donnée évidente, mais finalement peu élaborée et souvent même assez naïve » (Astolfi J.-P., 1987 : 12)

Selon Drouin A. M. et Astolfi J.-P. (1987), le mot milieu est polysémique et apparaît dans les discours et n'est pas toujours défini avec précision. « La notion et le mot milieu sont utilisés avec plusieurs sens par les scientifiques eux-mêmes ».

2.2. Le flou conceptuel nourrit par la littérature écologique entre le concept de milieu et d'écosystème.

La mobilisation dans le vocabulaire écologique des termes de milieu et d'écosystème fait apparaître une ambivalence : tantôt le premier est considéré comme une partie du second, tantôt les deux notions sont présentées comme des synonymes. Cette ambivalence est très fréquente dans la littérature scientifique et est naturellement transmise comme telle dans les savoirs enseignés en classe (Koné, B., 2016).

Notre analyse documentaire est faite à partir de deux ouvrages d'écologie de dernière édition, « *Ecosystème* » (Frontier S. et al., 2008) et « *Ecologie* » (Faurie C. et al., 2011)

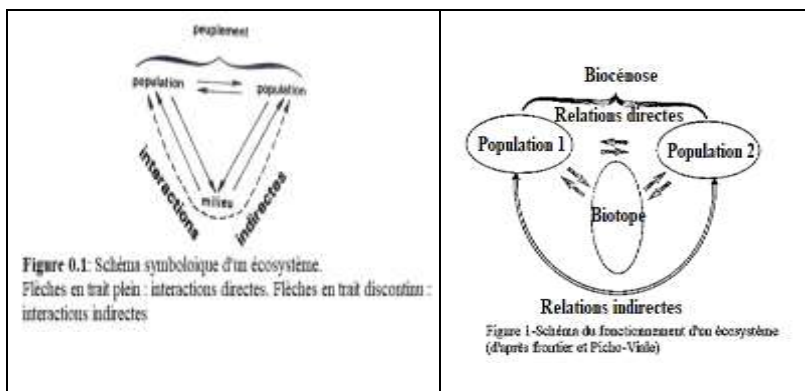
Frontier S. et al. (2008 : 2) écrivent ceci :

«...on aboutit au paradigme d'un système d'interactions entre l'ensemble d'espèces associé à leur milieu physique, relayant la description des relations des espèces individuelles avec leur milieu, ce système est appelé écosystème. Le milieu physico-chimique dans lequel se développe un écosystème est appelé biotope ».

Faurie C. et al., 2011 : 3) écrivent ceci :

« dans tout système naturel, il est possible de distinguer deux grandes composantes : un ensemble de conditions physiques et chimiques, relativement homogène sur une aire géographique donnée à un temps t, qui constitue le biotope ; un ensemble d'êtres vivants peuplent ce biotope bactéries, champignons, végétaux, animaux que nous dénomerons biocénose ».

Les auteurs présentent sous forme de schémas fonctionnels ci-dessous, le concept d'écosystème.



Source Frontier S. et *al* (2008 : 3) Source : Faurie C. et *al* (2012 : 4)

On remarque que Frontier S. et *al.* (2008) ont gardé dans leur texte le terme de milieu, et pour le préciser, ils ajoutent un déterminant : « physico-chimique » ou « physique » pour faire référence à biotope. Quant à Faurie C. et *al.* (2011), ils n'ont pas évoqué le terme de milieu, mais directement celui de biotope. Les premiers entretiennent dans leur écrit la même ambiguïté en apportant la preuve de la polysémie du terme milieu. Admettons qu'un professeur ait en sa possession ces deux ouvrages, il ferait un choix aléatoire du contenu de savoir qu'il va transmettre en classe sans faire une analyse didactique du rapport au savoir des auteurs. C'est de cette façon que les mêmes obstacles créés par les auteurs sont transférés dans la chaîne de la transposition didactique, disséminant les mêmes obstacles chez les différents destinataires de ce savoir.

Il faut un œil de didacticien pour se rendre compte du flou, voire de la contradiction dans les textes du savoir à propos de ces deux concepts.

2.3. Résultats de la résolution de la situation-problème proposée en classe en vue du franchissement de l'obstacle identifié

Sur le problème de départ « quelle relation faites-vous entre écosystème et milieu ? », toutes les idées émises par les étudiants convergent sur le savoir suivant : « le milieu est une composante de l'écosystème ». Dans l'ensemble, c'est la définition emblématique de l'écosystème qui est évoquée : « un système d'interactions entre les êtres vivants et leur milieu (de vie) ». Cette définition présente le milieu comme une composante de l'écosystème.

Pour la question n°1 : quelles sont les composantes (éléments) d'un milieu ?

Deux catégories d'idées sont présentées :

- idées de catégorie 1

des êtres vivants : animaux, végétaux, microorganismes (bactéries, champignons)

des éléments non vivants : sol, eau, air, soleil, éléments du climat

A partir de ces réponses, le milieu est considéré comme synonyme d'écosystème ;

- idées de catégorie 2 : sol, eau, air, soleil

Ces idées considèrent le milieu comme synonyme de biotope

Pour la question n°2 : citez des exemples de milieux

Les idées émises sur cette question sont les mêmes

- exemples de milieux aquatiques : lacs, fleuves, marigots, océans,

- exemples de milieux terrestres : savanes, forêts, déserts.

Ces idées amènent à considérer le milieu comme synonyme de l'écosystème tout comme les idées de catégorie 1 de la question précédente.

Le retour sur la situation-problème, a permis de mettre les étudiants face au flou conceptuel qui se manifeste dans leur raisonnement. Cela est perceptible dans leur expression : « *professeur !, on ne comprend plus rien ! Pourtant nos réponses sont bonnes !* » ; « *Ab professeur, il faut nous éclairer, nous sommes coincés* ».

Mais pour chercher toujours à clarifier les concepts, pour les uns, le milieu est plus vaste que l'écosystème, autrement dit dans un milieu, on peut avoir plusieurs écosystèmes. Pour les autres, l'écosystème est plus vaste que le milieu. Mais dans ce nouveau débat, ils se sont rendus compte des limites de ces considérations, puisqu'il n'y a pas d'arguments pour l'illustrer.

Le manque de clarification du concept de milieu qui se manifeste chez les étudiants est lié à la manière dont le savoir est présenté dans les ouvrages scientifiques, les manuels scolaires et de la manière dont il est enseigné en classe.

L'activité proposée a placé les étudiants devant une contraction qu'ils n'arrivent pas à comprendre. Ils sont butés à un problème de compréhension que les didacticiens appellent obstacle. L'obstacle qui se manifeste ici présente deux facettes

La première facette est didactique, avec comme source les ouvrages scientifiques dans lesquels nous rencontrons ces deux notions. La stratégie didactique que nous avons mise en œuvre en classe avec les étudiants, a permis de mettre en évidence le manque de clarification du concept de milieu. Du point de vue didactique, nous adhérons à la façon dont Faurie, C. et *al.* (2012) présentent le savoir dans l'ouvrage « *Écologie, approche scientifique et pratique* », dont le passage est présenté plus haut, Le concept de milieu est littéralement remplacé par celui de biotope, un terme plus spécifique au vocabulaire écologique.

Il serait plus judicieux dès le début du cours en écologie, que l'enseignant précise le sens dans lequel le mot milieu, comme l'ont fait Frontier S. et *al.* (2008) dans leur ouvrage « *Ecosystèmes, structure, Fonctionnement, évolution* » dont le passage est aussi évoqué plus haut. Ces auteurs s'expriment en termes de « milieu physique » ou « milieu physico chimique » en indiquant clairement qu'il s'agit bien du biotope. Toutefois, nous déplorons la présentation de la figure 0.1 sur laquelle, le terme milieu apparaît. Ceci montre une fois de plus, que le manque de clarification est assez fréquent dans les ouvrages d'écologie.

Il faut admettre que les termes, milieu naturel, milieu aquatique, milieu terrestre... sont mobilisés pour désigner écosystème. Il s'agit là de termes accessibles à tous les publics, même non scientifiques. Mais le développement de l'écologie en tant que science a été suivi de celui des concepts consacrés, qu'elle mobilise : écosystème, biotope, biocénose... C'est dans ce contexte que le terme de milieu, considéré comme l'ensemble des éléments abiotiques : sol, eau, air, éléments climatiques a laissé la place au terme biotope.

La seconde facette est épistémologique, elle relève du savoir lui-même : ces deux notions sont apparues dans la littérature écologique sans que les auteurs ne clarifient les limites. Drouin A.M. et Astolfi J.-P. (1987), avaient déjà soutenu que le mot milieu est polysémique, utilisé par les scientifiques eux-mêmes. Il apparaît dans les discours et n'est pas

toujours défini avec précision. Cette idée est fortifiée par Astolfi (1987) en ces termes : « l'idée de milieu est ainsi présente-absente, transversale aux raisonnements, constamment sollicitée comme une donnée évidente, mais finalement peu élaborée et souvent même assez naïve » (Astolfi J.-P. 1987 : 12). Quant à Gandolfo G. (2008), l'ambiguïté entre milieu et écosystème est entretenue en biologie qui a élargi la notion à l'ensemble non seulement des objets matériels, des conditions physiques, chimiques et climatiques, mais également aux autres êtres vivants qui entourent et influencent tout organisme vivant. Ainsi, il devient difficile de distinguer les deux concepts. L'auteur rappelle aussi que l'écologie descriptive distingue le macromilieu dans une dimension régionale et des micromilieus, c'est-à-dire des différenciations locales parfois punctiformes, comme un caillou posé sur le sol ou encore l'anfractuosité d'un rocher (microclimat thermique, hydrique, osmotique, salin...). Cette idée montre bien la limite des considérations des étudiants qui pensaient que le milieu est plus petit que l'écosystème. Elle montre clairement que la taille ne peut pas différencier les deux concepts.

En écologie, parler de milieu naturel, milieu aquatique, milieu terrestre, c'est faire allusion à des écosystèmes. Pourtant dans le vocabulaire généralement mobilisé, il arrive fréquemment que milieu soit considéré comme composante de l'écosystème. N'est-il pas très courant de voir le terme écosystème défini comme un système de relation entre les organismes vivants et avec leur milieu ? Cette ambivalence que l'on donne au concept de milieu tirerait son origine dans l'histoire même de la construction de ce concept. La notion de milieu s'est enrichie au fur et à mesure de l'émergence des grandes disciplines scientifiques et a rendu la notion de plus en plus complexe.

Il serait souhaitable que pour éviter de nourrir le flou conceptuel entre milieu et écosystème, que les enseignants et les auteurs en écologie mobilisent biotope à la place de milieu.

Conclusion

Les situations d'enseignement centrées sur l'obstacle apparaissent très exigeantes, car leur élaboration demande de combiner de nombreux éléments, relevant de dimensions différentes : des connaissances sur les obstacles et les représentations des apprenants, l'analyse des processus mentaux relatif au changement, des techniques de gestion de la

classe...bref un vrai dispositif didactique. Notre expérimentation a combiné plusieurs ingrédients, notamment la fixation d'un objectif-obstacle, l'activation des conflits sociocognitifs et cognitifs, la déstabilisation et la reconstruction intellectuelle. Même si ces éléments préexistaient dans des outils didactiques appropriés, ce qui est loin d'être le cas pour tous les professeurs, leur mise en œuvre exigerait, malgré tout, une capacité d'adaptation à la situation présente qui n'est pas très aisée, étant donné la complexité de la démarche. Tout ceci peut nous amener à nous interroger sur le caractère réalisable en classe de la stratégie expérimentée en classe avec les futurs professeurs de SVT dans des conditions assez favorables, puisqu'elle a été mise en œuvre dans un contexte de formation, avec des étudiants motivés participant à une réflexion collective étayant leur choix. La question reste ouverte, il s'agit de savoir si en classe les professeurs pourront s'engager dans un investissement aussi fort et provoquer symétriquement un fort investissement des élèves dans la tâche,

Le flou conceptuel entre milieu et écosystème se manifeste bien chez les élèves-professeurs. Il est en effet le résultat de la transmission du savoir-faire par les enseignants en charge de l'enseignement des notions d'écologie. L'approche didactique à mettre en œuvre est d'abord de clarifier le sens dans lequel le mot milieu sera mobilisé dans le cours d'écologie pour éviter de perpétuer le flou.

Références bibliographiques

Astolfi Jean-Pierre (1987). Approche didactique de quelques aspects du concept d'écosystème introduction. *Aster* 3, 11-18.en ligne, https://www.persee.fr/doc/aster_0297-9373_1987_num_3_1_908 (consulté le 24 juin 2023).

Cohen-Azria Cora., Daunay Bertrand., Delcambre Isabelle et Lahanier-Reuter Dominique (2013). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. 3^e éd. Bruxelles De Boeck, 280 p.

Drouin Anne-Marie et Astolfi Jean-Pierre (1987). Milieu. *Aster* 3, 73-109. En ligne https://www.persee.fr/doc/aster_0297-9373_1987_num_3_1_910 (consulté le ' juin 2023)

Faurie Claude, Ferra Christiane, Médori Paul, Dévaux Jean et Hemptine Jean-Louis (2012). *Ecologie, approche scientifique et pratique*, 6^e éd, Paris, Lavoisier, 488 p.

Frontier Serge., Pichod-Viale Denise, Leprêtre Alain, Davoult Dominique et Luczak Christophe (2012). *Ecosystème, structure, Fonctionnement, évolution*, Paris Dunod, 558 p.

Gandolfo, G. (2008). Le concept de milieu dans les sciences du vivant, Noesis 14 en ligne, <http://journals.openedition.org/noesis/> (consulté le 18 juillet 2023).

Ghitti Jean-Marc (2010). Le milieu : ses significations et ses valeurs. *Le Portique*, 25, En ligne, <https://journals.openedition.org/leportique/2473> (consulté le 7 juillet 2023).

Koné Bérédougou (2016). La construction des concepts de milieu et d'écosystème en classe de seconde de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) et les obstacles afférents. *Lien* 22, Vol 2 p. 26- 41

Rumelhard Gabriel (1989). Le concept biologique de milieu et les usages courants du mot, *Biologie-Géologie*, 1, p. 146-160.