

Le Protoptère, un modèle pédagogique d'adaptation à la sécheresse pour faire reculer la conception de la génération spontanée qui persiste chez nos élèves de collèges et de lycées.

Publié dans la revue RADISMA : Numéro 1 (2006), <http://www.radisma.info/document.php?id=425>.

ISSN 1990-3219

Date de publication : 26 mars 2007

Saliou KANE

Laboratoire de didactique des sciences expérimentales, Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation (FASTEF), Université Cheikh Anta Diop – Dakar - Sénégal

Valdiodio Ndiaye

Laboratoire de didactique des sciences expérimentales, Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation (FASTEF), Université Cheikh Anta Diop – Dakar - Sénégal

Résumé

Cette recherche rend compte des conceptions exprimées par des élèves de lycée à l'occasion d'une sortie écologique en milieu d'eau douce. En début d'année scolaire, à l'occasion d'une sortie écologique en milieu d'eau, en l'occurrence une mare saisonnière, ayant encore un peu d'eau, quelques poissons d'eau douce ont été pêchés. Parmi ceux-ci, un poisson très ancien, un Protopterus (protoptère) dont le comportement saisonnier est d'un grand intérêt pour des élèves de seconde. Il représente un bon matériel biologique en vue de faire évoluer leurs conceptions sur la « génération spontanée », sur la résistance à la sécheresse, sur l'adaptation à des conditions de vie extrêmes. La prise en compte de ces conceptions présentes chez l'élève avant tout enseignement est une condition indispensable à une bonne construction d'un savoir scientifique, quelque soit l'âge de l'apprenant. Le protoptère est un poisson qui résout de façon spéciale les problèmes posés aux animaux aquatiques soumis à une longue sécheresse. Dans les zones tropicales arides comme le sahel (3 ou 4 mois de pluies regroupées en une seule saison des pluies), les êtres vivants sont soumis à des conditions climatiques extrêmes auxquelles il faut s'adapter ou périr. Les problèmes biologiques soumis aux êtres vivants de ces milieux, font apparaître des solutions, qui ne sont pas a priori comprises par les élèves. Pour expliquer ces solutions, les élèves font appel à des modèles spontanés dont l'expression donne des informations sur leur situation épistémologique par rapport à des aspects biologiques majeurs comme les mécanismes de survie dans des conditions extrêmes.

Introduction

Cette recherche se situe dans une perspective didactique ayant pour fil conducteur les conceptions présentes chez l'apprenant comme modèles explicatifs spontanés (Clément, 1994 ; Giordan et De Vecchi, 1987, Giordan et Martinand, 1988). Ces modèles lui permettent de s'expliquer le monde autour de lui. Les recherches sur les conceptions montrent que ces explications premières sont tenaces et entrent en compétition avec les modèles scientifiques. De tels modèles spontanés émergent lorsque l'élève est placé dans certaines situations. Les sorties écologiques et leur exploitation sont une bonne occasion pour le chercheur de prendre connaissance de ces conceptions ou modèles explicatifs spontanés.

Une sortie écologique sur une mare saisonnière comme celle qui est proposée ici en est un bon exemple. Les mares saisonnières sont des points d'eau dus à la pluie pendant la saison pluvieuse encore appelée hivernage sous nos latitudes. Ces formations portent le nom de marigots. Ce sont des endroits grouillant de vie aquatique ou amphibie : végétale (diverses plantes) ; animale : des insectes (libellules, notonectes, dytiques, larves diverses), des grenouilles, des poissons d'eau douce, etc. Il s'est agi à l'occasion d'une excursion d'étudier la vie et les relations entre les êtres en milieu aquatique d'eau douce. Certains êtres vivants récoltés (plantes) ou pêchés (animaux) sont emportés au laboratoire du lycée pour des observations plus poussées. Parmi les animaux pêchés, un poisson a attiré l'attention par sa forme allongée (environ 50 cm de long), sa couleur gris-foncé, voire noir. C'est un Dipneuste qui est un Ordre de poissons très anciens. Son apparition est estimée au Dévonien inférieur, il y a environ 400 millions d'années (Jennifer A. C.,1997).. Il se rencontre quelques fois dans nos mares saisonnières en hivernage. Sous nos latitudes, il n'est représenté que par un seul genre, le Protopterus (protoptère). Les Dipneustes actuels ne sont plus représentés que par trois genres : le Neoceratodus en Australie, le Lepidosiren en Amérique du Sud et le Protopterus dont l'habitat actuel est l'Afrique tropicale. Les Protoptères ont un mode de respiration branchiale ou pulmonée selon l'âge et les saisons (Véron G, 1995). Vivant dans des mares saisonnières, ils doivent faire face à une longue période de sécheresse sans eau, pendant la saison sèche. Le problème pédagogique et didactique qui est posé aux élèves observés dans ce travail est celui de l'apparition de ces animaux dans les marigots dès le retour des pluies en hivernage (3 à 4 mois), tandis que le reste du temps (9 à 8 mois) ces êtres vivants ne sont plus visibles. Où sont-ils passés pendant la saison sèche ? D'où viennent-ils pour peupler la mare pendant l'hivernage ? Les élèves proposent des explications diverses qui donnent des indications sur leurs conceptions : sur l'origine des êtres vivants ; sur l'empreinte de la culture traditionnelle sur leurs explications des processus d'apparition de la vie dans un milieu ; sur la génération spontanée ; sur l'adaptation aux climats extrêmes (la sécheresse). Les observations ont été menées sur les aspects de la biologie de ces êtres vivants, notamment les animaux, à des fins didactiques et pédagogiques.

Matériel et Méthode

A Kaolack, dans le bassin arachidier du Sénégal, au Centre du pays, une sortie écologique en milieu d'eau douce comme le recommandent les programmes officiels, est organisée sur une mare saisonnière en fin octobre. Les consignes consistent à bien observer le milieu physique de vie (biotope) et les êtres vivants (biocoenose), afin d'étudier leur comportement, leur organisation et les relations qu'ils entretiennent entre eux (animaux et végétaux) d'une part et avec le milieu physique d'autre part. Quelques végétaux sont prélevés et des animaux attrapés ou pêchés aux fins d'étude plus approfondies en classe. Parmi les animaux pêchés, un poisson a attiré l'attention et a fait l'objet d'observations pendant plusieurs mois. C'est un Protoptère de l'ordre des dipneustes. A la fin de l'hivernage, du fait de l'évaporation intense qui affecte les eaux exposées au grand soleil, la surface d'eau des mares saisonnières, encore appelés marigots, se rétrécit considérablement pour finir par disparaître aux environs des mois d'avril/mai. En effet pendant la saison sèche, ces marigots fermés n'ont plus d'apport d'eau. Celle-ci provient exclusivement de la pluie. Une excursion organisée au mois d'octobre se situe donc à la fin de l'hivernage. Les marigots ont encore de l'eau. L'excursion encadrée par les enseignants est faite pour les élèves de la classe de seconde (16-17 ans) conformément à leur programme. Ils emportent avec eux, des épuisettes, des sécateurs, vases en verre de différentes dimensions pour des récoltes d'échantillons de végétaux et d'animaux. Il est recommandé de prélever de l'eau du marigot pour y laisser immergés animaux et végétaux aquatiques récoltés. Sont concernés les plantes totalement aquatiques : laitues d'eau, spirogyres, etc ...; les grenouilles, les dytiques et les poissons d'eau douce. Parmi ceux-ci, le protoptère pêché a fait l'objet d'une étude particulière sur plusieurs mois. Il est mis dans un seau contenant de l'eau du marigot. Il est ainsi transporté jusqu'au laboratoire du lycée où il est conservé dans un récipient en ciment de la salle du laboratoire ayant comme fond, de l'eau et une couche de vase prise avec l'eau du marigot. La quantité d'eau récoltée est suffisamment importante pour recréer un milieu proche

de celui qu'offre le marigot à ce poisson. Les élèves se relayent à tour de rôle, tous les jours, au Laboratoire pour observer les récoltes faites pendant l'excursion et veiller à faire un appoint d'eau douce pour préserver le milieu de vie des êtres aquatiques. Le Protoptère est seul dans son vase de crainte d'une promiscuité dangereuse avec les autres animaux. Seules quelques plantes aquatiques l'accompagnent.

Pendant quinze jours de congés de Noël et de Nouvel an (Décembre-Janvier), le laboratoire est vidé de ses élèves et du personnel subalterne, tous en vacances. Ce temps a suffi pour retrouver à la fin des vacances, un vase sec, et plus de protoptère visible.

C'est alors que commence une recherche de l'animal disparu. L'enseignant organise un recueil des explications spontanées que ces élèves de seconde donnent de la disparition du Protopterus suite à l'assèchement du récipient. Il leur est laissé la liberté de chercher avec soin l'animal disparu dans tous les endroits de la salle où ils pensent pouvoir le retrouver. À défaut, ils doivent proposer une explication sur cette disparition.

Au plan pédagogique, il s'est agi de les sensibiliser à quelques aspects de la recherche scientifique :

- 1/ avoir un problème : la disparition du poisson qui a été pêché pendant leur sortie au marigot ;
- 2/ proposer une solution crédible, a priori, au problème posé, c'est à dire formuler une hypothèse de recherche ;
- 3/ valider une hypothèse de recherche.

Au plan didactique :

- 1/ vérifier la construction chez ces élèves de la nécessité pour les êtres vivants du marigot de s'adapter à un milieu de vie qui subit des variations extrêmes de la saison des pluies à la saison sèche ;
- 2/ Recueillir les différentes conceptions qu'ont ces élèves pour expliquer l'apparition d'une vie exubérante dans le marigot dès les premières pluies et sa disparition progressive et totale à l'arrivée de la saison sèche.
- 3/ Traiter avec eux, en classe, ces conceptions pour leur permettre d'évoluer à partir de l'exemple spectaculaire que représente le Protopterus pêché et suite à l'évaporation de l'eau du récipient d'élevage du laboratoire durant les vacances scolaires.

Résultats

La dévolution du problème dès le premier cours, au retour des vacances pour l'ensemble de la classe a été facile. Tous les élèves ont vécu la disparition du Protopterus, comme un véritable problème de chacun. Aussi, la discussion a-t-elle été organisée par le professeur avec l'ensemble de la classe comprenant un effectif de 40 élèves.

Des explications a priori ont été proposées :

- certains élèves concluent à la disparition du poisson par escapade ;
- d'autres concluent à sa mort et donnent comme preuve, ce qui serait ses restes par identification d'une boule noire ayant la dimension d'une balle de tennis retrouvée dans le bloc d'argile qui est restée au fond de la vase de départ ;
- tous constatent que le poisson tel qu'il a été pêché n'est plus là.

Après des interrogations, des recherches et des discussions par petits groupes de 3 à 5, les élèves arrivent à la seule conclusion qui s'impose à eux comme une évidence, le poisson a disparu.

Une proposition est alors faite par le professeur à la fin du cours. Il propose d'apporter de l'eau dans le récipient et de reprendre les observations et recherches le lendemain. Au rendez-vous tous les élèves sont étonnés de retrouver le Protoptère tel qu'il était, c'est-à-dire un joli poisson allongé d'environ 50 cm, nageant comme au premier jour de sa capture.

D'où vient le protoptère ?

Plusieurs réponses sont données à cette question :

- le poisson s'était caché dans un coin du Labo et est revenu à la faveur de la nuit ;
- la boule noire (observée dans la vase) était en fait un œuf que le protoptère a pondu avant sa disparition.
- Le poisson qui était mort, a ressuscité.
- Les poissons d'eau douce des mares saisonnières fermées, sans eau pendant la saison sèche, viennent du ciel, des vents ou carrément de la vase de manière spontanée avec les premières pluies.

Les élèves ne répugnent pas à penser que la vie peut ne pas provenir d'une vie précédente, provenir d'une absence de vie.

Discussion

Ces élèves, bien que l'ayant appris dans certaines classes antérieures (en troisième) ne se sont pas appropriés l'idée qu'une vie provient toujours d'une vie antérieure, que les êtres vivants qui apparaissent dans la mare aux premières pluies proviennent d'une forme de vie préexistante dans le milieu sous diverses formes. Pour eux, en cas de manque prolongé d'eau les animaux aquatiques meurent. Puisque pendant une grande partie de l'année dans certaines zones intertropicales d'Afrique, c'est la saison sèche, les emplacements des marigots n'abritent plus d'animaux aquatiques. Au retour des pluies d'hivernage (saison des pluies), la vie animale (notamment les poissons) qui peuple ces points d'eau ne peut provenir que de l'air ou des premières pluies, tout au plus de la vase par résurrection.

L'adaptation à la sécheresse sous des formes de vie particulières à l'abri d'un cocon suite à la sécrétion d'un mucus qui s'accompagne d'une réduction des échanges avec l'extérieur (vie au ralenti), n'est pas construite. Ces échanges sont réduits au minimum, à la respiration pulmonée, nécessaire à la survie du protoptère, en attendant les premières pluies. Aussi, des propositions métaphysiques et irrationnelles exprimant des modèles spontanés qui tirent leur origine dans la culture traditionnelle tiennent-elles lieu d'explication comme au 17^e siècle (Van Helmont, Félix Pouchet ...) avant que les expériences décisives de Pasteur aient eu raison définitivement de la génération spontanée (Tirard, 2000). Ces conceptions alimentées par des croyances qui prennent leur origine dans une culture traditionnelle d'appartenance et qui souffrent d'une absence de méthode d'observation rigoureuse et d'esprit critique basé sur un doute scientifique légitime, sont difficiles à faire évoluer. Les occasions d'expérimentation comme celle qui est relatée ici sont importantes pour emporter l'adhésion des élèves, à tout le moins celle du plus grand nombre. Ainsi, il leur est demandé d'expliquer la signification de la boule noire présente dans la vase séchée, puisqu'au début, avant les congés il n'y avait rien de semblable dans le milieu. Si la boule représente un œuf, il faut accepter que ce qui en sortira à l'éclosion sera beaucoup plus petit que l'adulte que nous connaissons. Si, au contraire, cette boule noire représente les restes cadavériques du poisson mort, il est difficile d'accepter que ce dernier revienne à la vie, à moins de démontrer que la résurrection existe.

Conclusions

Que la vie provient toujours d'une vie antérieure comme le démontrent Pasteur et Schwann, n'est pas encore construite définitivement au sens de Piaget (1992), Verhaeghe et al. (2004), Jonnaert (2002) chez beaucoup d'élèves de seconde, même s'ils l'ont appris dans des classes antérieures. A cet égard l'expérience avec le protoptère mérite d'être exploitée au maximum, à plusieurs points de vue:

- Les êtres vivants ont développé au cours de l'histoire de grandes capacités d'adaptation à un milieu changeant. L'enkystement est une forme d'adaptation à la sécheresse aussi bien pour les grands animaux comme les protoptères, ou pour les microscopiques (œufs de poisson, de grenouilles), même si quelquefois le repeuplement d'une mare puisse être dû au vent (des germes, comme des œufs enkystés) ou aux eaux de ruissellement venant de points d'eau permanents, à la faveur des premières pluies.
- La vie ralentie est un stade où les dépenses d'énergie sont réduites au minimum, servant tout juste au maintien des fonctions vitales comme la respiration. Le mouvement comme chez le protoptère disparaît.

En conclusion, l'intérêt de travailler sur le protoptère est que c'est un grand poisson. Il est facilement observable dans son milieu naturel en saison des pluies, puisqu'on travaille à l'échelle macroscopique. C'est une espèce tropicale. Une fois pêché sa conservation au laboratoire est facile. Il permet de construire chez les élèves les concepts de résistance à la sécheresse, de vie ralentie. Il permet aussi de combattre des idées scientifiquement dépassées, comme celle de la génération spontanée, de résurrection. L'immobilité n'est pas chez un animal synonyme de mort, mais peut être une forme de résistance à des conditions de milieu extrêmes auxquelles l'animal s'est adapté au cours de son histoire biologique.

Toutefois, pour la reproduction de ce travail de recherche, le dispositif ainsi mis en place devrait être amélioré. Lorsque les élèves avaient émis des hypothèses pour dire ce qu'était devenu le poisson il aurait été intéressant de leur laisser du temps pour vérifier leurs hypothèses. Le professeur a vite fait de leur proposer d'ajouter de l'eau dans le récipient et de reprendre les observations le lendemain. Une discussion bien menée entre eux, et avec l'enseignant, devrait permettre de partager, entre autres, l'hypothèse selon laquelle la boule noire inerte est ce qui reste du poisson naguère vivant (hypothèse de l'un des groupes) et par suite de prendre la décision collective de mettre de l'eau dans le récipient, ne serait-ce que pour voir ce que deviendrait cette boule. Par ailleurs la mise en eau pourrait être suivie d'observations pour que les élèves voient directement que le Protoptère adulte se dégageait de cette boule noire, ce qui aurait alors le statut d'une preuve.

Bibliographie

CLEMENT P., 1994b – Représentation, conceptions, connaissances. In Giordan A., Girault Y., Clément P., *Conceptions et connaissances*. Berne : Éd.Peter Lang, p.15-45.

GIORDAN A., MARTINAND J.- L, 1988 – Etat des recherches sur les conceptions des Apprenants à propos de la biologie. *N° 2 Annales de Didactique des Sciences.*, 13 – 63., Publications de l'Université de Rouen.

GIORDAN A., et de VECCHI G., 1987 – *Les Origines du Savoir. Des Conceptions des Apprenants Aux Concepts scientifiques*. Actualités Pédagogiques et Psychologiques. Neuchâtel – Paris : Delachaux et Niestlé, édit., 205 p.

JENNIFER A. C., 1997 - L'histoire de la vie, 3 milliards d'années d'évolutions, Les Premiers , Tétrapodes Vivaient dans l'eau, de la nageoire des poissons à la pagaie à huit doigts de nos ancêtres, *La Recherche* 296, 58-61, Paris.

JONNAERT P., 2002 - *Compétences et Socioconstructivisme. Un cadre théorique*. Ed. De Boeck, Bruxelles, 92 p.

PIAGET J., 1992 - *Biologie et Connaissance, Essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs*. Paris : Delachaux et Niestlé. 346 p.

TIRARD S., 2000 - Les origines du vivant et la formulation des modèles pluridisciplinaires, *Didactique de la Biologie, Recherches, Innovations, Formations*, 55-82, Alger : ANEP.

VERHAEGHE J. C., WOLFS J. L., SIMON X. et COMPÈRE D., 2004.- *Pratiquer l'épistémologie, Un manuel d'initiation pour les maîtres et Formateurs*. Bruxelles : Ed. De Boeck. 202 p.

VÉRON G., 1995 - *Organisation et Classification du Règne animal*. Paris : Nathan. 128 p.