

Biologie des plantes et discours scolaires sur le développement durable

Denise Orange Ravachol¹, Christian Orange²

¹CIREL - Théodile, Université de Lille

²Université Libre de Bruxelles, CREN, Université de Nantes

Résumé

Cette contribution tente de caractériser les difficultés à dépasser la pensée commune concernant la nutrition des plantes et de définir des conditions de possibilité d'un accès à une pensée plus complexe, seule garante d'un esprit critique concernant les questions de développement durable. Nous analysons pour cela deux cas : le discours tenu par un élève de grande école lors d'un atelier avec des élèves de CM2 travaillant sur la déforestation ; et les difficultés rencontrées par des élèves de lycée pour accéder à une pensée écosystémique. Nous tentons d'en tirer des conséquences pour l'enseignement de la biologie.

Biologie der Pflanzen und schulische Diskurse zur Bildung für nachhaltige Entwicklung

Zusammenfassung

Dieser Beitrag versucht die Schwierigkeiten bei der Überwindung des Alltagsdenkens über Pflanzenernährung zu charakterisieren und Bedingungen für den Zugang zu einer komplexeren Denkweise zu definieren, die die einzige Garantie für kritisches Denken zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung ist. Wir analysieren zwei Fälle: den Diskurs eines Schülers der *Grande Ecole* während eines Workshops mit Fünftklässlern, die zum Thema Entwaldung arbeiten; und die Schwierigkeiten, auf die Gymnasiasten beim Zugang zum Ökosystemdenken stoßen. Wir versuchen daraus Schlussfolgerungen für den Biologieunterricht zu ziehen.

Plant Biology and School Sustainable Development Discourse

Abstract

This paper attempts to characterize the difficulties in overcoming common thought about plant nutrition and to define the conditions for access to more complex thinking, which is the only guarantee of critical thought for considering sustainable development issues. We analyze two cases: the speech given by a graduate school student in a workshop with 10-11-year-old pupils working on the problem of deforestation, and the difficulties encountered by high school students to access to an ecosystemic thinking. Eventually, we would highlight the consequences for biology teaching.

1. Introduction

Depuis le début des années 2000, avec la promotion d'une Education au développement durable (EDD) dans les programmes français, les préconisations institutionnelles engagent l'École à travailler des problèmes vifs du moment – les évolutions climatiques, la finitude des ressources, les risques alimentaires, etc. - qui compromettent l'équilibre des écosystèmes, l'existence et la survie de nombreuses espèces d'êtres vivants, dont l'Homme. Elles insistent sur la sensibilisation des enfants « *dès leur plus jeune âge aux bonnes pratiques respectueuses de l'environnement et à la vie en commun sur une planète aux ressources naturelles limitées* » (circulaire EDD 2015) tout en écartant ce qui pourrait ressembler à de l'inculcation : « *Il convient de les "éduquer au choix" et non d'"enseigner des choix"* » (circulaire EDD 2007). Mais de par la vie courante et de ce que donnent à voir les médias, les enfants et les élèves sont déjà sensibilisés à des disparitions effectives ou probables d'espèces (ici des baisses drastiques de populations d'oiseaux et d'insectes, ailleurs des ours blancs en détresse, etc.). S'il paraît nécessaire de faire plus, c'est parce que cette sensibilisation en reste à du spectaculaire, qu'elle joue sur les émotions, et, ce faisant, qu'elle laisse de côté une grande partie de la biosphère. Ainsi en est-il des plantes, souvent vues plus comme un décor ou, au mieux, comme un environnement que comme des entités vivantes pouvant elles aussi être affectées. C'est à elles que nous consacrons notre contribution qui veut discuter les conditions d'une éducation raisonnée au développement durable prenant en compte les spécificités de la biologie des plantes.

Nous le ferons à partir de l'étude des quelques cas à différents niveaux de la scolarité que nous analyserons après avoir rappelé ce que les études didactiques menées depuis les années 80 nous apprennent sur la façon qu'ont les élèves de penser le fonctionnement des plantes.

2. Nécessité d'une acculturation scientifique des élèves à la biologie des plantes

Pour les biologistes, les plantes¹ sont des composantes essentielles de la plupart des écosystèmes terrestres. La pensée commune en fait un élément important de notre milieu de vie et elle leur attribue un rôle majeur dans la qualité et la préservation de notre environnement. Cependant, derrière cet apparent accord sur l'importance des plantes, la façon qu'ont les biologistes de les « penser » est fort différente de la façon dont elles sont intégrées à notre vie quotidienne, qu'il s'agisse de leur nutrition ou de leur rôle dans notre environnement proche ou lointain. D'où des obstacles repérés dès les premières recherches didactiques (par exemple Rumelhard, 1985, 1992) et depuis développés dans de nombreux travaux (dont ceux de Cañal, 1999 ; Özyay et Öztas, 2003). Voici ce qu'écrivait Rumelhard (1985, p. 42) :

« Pour la majorité des élèves la plante verte trouve sa nourriture dans le sol, par l'intermédiaire des racines.

L'air comme source de matière "nutritive" n'est jamais évoqué, ou plus exactement, lorsque la possibilité d'échanges gazeux est décrite, ce qui est rare, les réponses sont vagues ou ambiguës : échange d'air, échange de CO₂ et d'O₂. »

L'alimentation se limite à l'eau et aux sels minéraux prélevés dans le sol ; la photosynthèse est réduite à des échanges gazeux et comprise comme une respiration inversée ; etc.

En fait, si on s'intéresse aux façons qu'ont les élèves d'expliquer la croissance des plantes, il apparaît qu'ils les considèrent comme des choses qui poussent si elles sont « en forme », car c'est dans leur nature.

J'avais pris un pot de terre cuite. J'y avais placé 200 livres de terre, séchée dans un four, arrosée d'eau ensuite, et j'y avais planté une bouture de saule pesant 5 livres.

Cinq ans après, l'arbre qu'elle était devenue pesait 169 livres et 3 onces. Mais le pot n'était constamment humidifié que par la pluie ou, quand c'était nécessaire, par de l'eau distillée...

Je n'ai pas relevé le poids des feuilles tombées lors des quatre automnes. Finalement, je séchai à nouveau la terre du pot, je trouvai qu'elle pesait 200 livres moins 2 onces : 169 livres de bois, écorce et racines, avaient donc été produites à partir de l'eau seule.

(Il est précisé aux élèves qu'une livre contient 16 onces et pèse environ 500 grammes)

Document 1: *L'expérience de Van Helmont (début du 17^{ème} siècle)*

Ainsi des élèves de lycées (15-17 ans) mis devant l'expérience historique de Van Helmont (voir document 1) en ont le plus souvent une interprétation fort différente de celle des biologistes actuels (Campestrini, 1992 ; Orange 1994, 1997). En voici deux exemples qui illustrent la façon de penser de la grande majorité des élèves de cet âge :

¹ Nous parlons ici des plantes vasculaires.

« Cette affirmation veut peut-être dire que la bouture a poussé avec très peu d'eau. Il s'est trompé en disant que c'était à partir de l'eau seule. À mon avis c'est à partir de la bouture que 169 livres de bois, écorce et racines ont été produites et peut-être avec très peu d'eau. »

« Au bout de 5 ans, l'arbre a augmenté de volume. Il s'est nourri de substances très minuscules contenues dans la terre qui a très peu diminué de masse : les substances sont très fines, minuscules. L'arbre a besoin de très peu de nourriture, de beaucoup d'espace et d'air. »

L'air dont a besoin l'arbre, il ne faudrait pas l'interpréter en termes de CO₂ : il ne s'agit pas, pour la plante, de nourriture mais de « confort ».

Que l'on se place au niveau de la plante ou de la forêt, cette façon de penser les plantes comme ayant dans leur nature de pousser correspond à une explication animiste (Canguilhem, 1975) qui empêche tout raisonnement en termes de flux d'énergie et de matière pourtant nécessaire si l'on veut penser le fonctionnement des écosystèmes.

Ajoutons à cela que, désormais, l'appropriation de savoirs scientifiques à l'école doit se conjuguer avec la prise en compte de défis sociétaux visant un développement durable de la planète. Ainsi en est-il de l'étude des plantes qui ne peut pas se faire indépendamment de la préservation de la biodiversité, du fonctionnement des sociétés humaines, des conséquences d'un réchauffement climatique, etc. Cette anthropisation des problèmes biologiques (Orange Ravachol, 2014) interroge d'un point de vue didactique et rend la question de la référence dans la transposition didactique particulièrement complexe (Martinand, 2003). D'une part car elle met à la fois en jeu et demande de combiner un temps sagittal (les évolutions irréversibles de la biosphère et de la Terre) où l'Homme prend une place particulière, des raisonnements en termes de cycle (cycles de la matière notamment) et des approches écosystémiques (notamment la dynamique et la stabilité des compartiments et des structures) ; dans quelle mesure est-il possible de faire accéder les élèves à cette complexité ? D'autre part cette anthropisation ne facilite pas la rupture avec la pensée commune et sa façon de penser les plantes (Orange, 2009) qui est en partie organisée par l'animisme, mais aussi par des explications sous forme de petites histoires (Orange Ravachol, 2007) et, comme nous venons de le voir, par ce que Canguilhem (1975) nomme « les obstacles d'intérêt technique » : lorsque l'on prend en charge une plante, dans son appartement ou son jardin, il y a des aspects dont on doit se préoccuper (l'eau, les engrais, la lumière...) et d'autres non (le dioxyde de carbone) ; ce qui a nécessairement une influence sur notre représentation de leur fonctionnement. Tout cela rend difficile, mais aussi encore plus nécessaire, la compréhension par les élèves de la biologie des plantes lorsqu'il s'agit de les amener à travailler les questions de développement durable.

3. Questions de recherche et principes méthodologiques des études de cas

Les difficultés rencontrées par les élèves dans la compréhension du fonctionnement des plantes et de leur rôle dans les écosystèmes, que nous venons de rappeler brièvement ont nécessairement un impact sur la façon de comprendre l'influence humaine sur les écosystèmes et sur les conditions de leur durabilité, même si celle-ci n'est pas uniquement liée aux flux de matière et d'énergie.

L'alternative est alors la suivante : soit ce qui se dit et se travaille à l'école sur le développement durable s'appuie implicitement sur les façons naïves qu'ont les élèves de penser les plantes, soit il est nécessaire de tenir compte de ces difficultés et de développer un enseignement du développement durable qui les aide à les dépasser.

Le premier choix rend certainement l'adhésion des élèves plus aisée. Cependant, dans la mesure où nous nous situons dans une visée émancipatrice de l'école, il apparaît nécessaire d'opter pour le second. Il s'agit pour nous alors de dégager des conditions de possibilité d'un tel enseignement pour ce qui concerne ici le fonctionnement et la fonction écosystémique des plantes.

Si les difficultés rencontrées par les élèves concernant le fonctionnement des plantes sont bien documentées dans les recherches didactiques de différents pays, les deux cas choisis ici n'ont pas pour prétention d'être représentatifs de la façon dont l'enseignement actuel prend en charge la question des plantes dans une perspective de développement durable. Ils font sens en ce qu'ils représentent le choix, certainement non conscient, par l'intervenant et les manuels de la première option - le fait de s'appuyer sur les conceptions communes des élèves - et qu'ils permettent de dégager, par contraste, quelques conditions de possibilité pour qu'un enseignement sur le développement durable soit scientifique.

4. Discours sur la déforestation au cours moyen

Ce premier cas concerne une animation sur la déforestation et ses conséquences effectuée par un élève d'une grande école dans une école primaire. Cette animation articule la préoccupation des enseignants du CM2 (élèves de 10-11 ans) d'ouvrir leur travail sur le développement durable à des partenaires extérieurs à l'école et celle des étudiants de répondre à leur institution en développant un projet sociétal. L'étudiant que nous suivons est détenteur d'une culture générale certaine, comme peut l'être celle du professeur des écoles, polyvalent car, sans être forcément spécialiste d'une discipline scolaire comme l'est en général un professeur de l'enseignement secondaire, il doit être capable de les assumer toutes dans l'exercice de la classe. Nous analysons le discours que l'étudiant développe dans les échanges avec les élèves de deux groupes de 6 élèves (fonctionnement en ateliers). Dans ce discours, le fonctionnement des arbres, seules plantes forestières prises en considération, se réduit aux échanges gazeux photosynthétiques (les arbres absorbent le dioxyde de carbone et rejettent du dioxygène) et à la photosynthèse (terme évoqué), présentée comme un processus transformateur du dioxyde de carbone en dioxygène.

Écoutons cet étudiant en train de parler de la photosynthèse :

« Les arbres, avec la photosynthèse, la photosynthèse et tout, ils euh... Comment dire ? Ils euh... Ils transforment le dioxyde de carbone, donc le CO₂ qui sort des pots d'échappement des voitures, des, des usines qui, de tout ce qui brûle en fait des cheminées etc. Ils le transforment en oxygène, l'oxygène dont on a besoin pour respirer. »

L'origine du dioxyde de carbone et le devenir du dioxygène sont uniquement rapportés à l'Homme : aucune référence à la production de ce gaz par la respiration des autres êtres vivants ou par d'autres phénomènes naturels (volcanisme par exemple) : le CO₂ provient des pots d'échappement des voitures, des industries, des cheminées, etc. (ce sont toutes des références à connotation négative quand on parle d'environnement) ; quant à l'oxygène

rejeté, il est vital en ce sens qu'il permet la respiration humaine ; c'est pour cela, d'après cet intervenant, que les forêts très denses ont été qualifiées de « poumons de la Terre ».

Cela le conduit à pointer quelques conséquences de la déforestation :

- Une diminution de la couche d'ozone, selon une confusion fréquente dans la pensée commune avec l'effet de serre : « *La couche d'ozone, c'est ce qui nous protège des rayons du soleil. Et quand la couche d'ozone a des trous... Les rayons du soleil passent plus facilement dans cette couche d'ozone. Ils atteignent, enfin ils sont ... Ils réchauffent encore plus la planète en fait. C'est pour ça qu'on parle d'effet de serre* ».
- Des conséquences sur la biodiversité par la destruction du milieu de vie des espèces animales : « *On estime que chaque année, enfin, des centaines d'espèces animales qu'on n'a pas encore découvertes qui disparaissent, qui meurent et parmi ces espèces y en a des plus connues, elles sont pas encore éteintes, elles sont, y en a encore mais ça commence à devenir ... C'est en danger d'extinction* ».

Cet étudiant tente de s'adapter, à partir des quelques connaissances qu'il a, à ce qu'il pense être le niveau des élèves. Ce faisant, son discours est proche de réflexions ordinaires, non raisonnées, sur les questions de développement durable. Il y a certes des confusions (couche d'ozone / effet de serre) mais surtout une vision anthropique et organisée par des mises en histoire, syncrétisme de temps et de causalité ; par exemple : trou dans la couche d'ozone → passage de rayons solaires → réchauffement climatique ; ou bien : production d'oxygène et rétention de dioxyde de carbone par la forêt, donc la forêt est le « poumon de la Terre »². Cette idée ne prend aucunement en compte la respiration des organismes consommateurs de matière organique (animaux y compris les animaux du sol, champignons, bactéries...) : dans une forêt à l'équilibre, la production et la consommation d'oxygène sont égales ; la production nette est donc nulle...

Il apparaît ainsi que d'une part, dans sa scolarité antérieure, cet étudiant n'a pas dépassé la pensée commune pour ce qui concerne la biologie mais que, d'autre part, cela ne l'empêche aucunement de développer un discours qui va dans le sens médiatiquement correct concernant le développement durable. Autant dire qu'il ne s'agit pas d'un discours scientifiquement fondé et raisonné sur le développement durable, alors qu'il est censé aider l'enseignante à former les élèves scientifiquement à ces questions.

On voit ainsi qu'une intégration non critique des discours sur le développement durable conduit à renforcer les représentations communes sur les plantes, et plus largement sur la biologie ; en retour, cela ne permet pas de dépasser les slogans donc de problématiser les questions de développement durable ni de développer l'esprit critique des élèves. Par contraste, un enseignement qui serait scientifique serait certainement plus difficile à mener à cet âge. Mais à quoi sert l'école si c'est pour reproduire les slogans non fondés présents ailleurs ?

² Une forêt primaire, en équilibre, c'est-à-dire à la biomasse stable, consomme autant d'oxygène qu'elle en produit (idem pour le dioxyde de carbone). Si son intérêt est dans la biodiversité et dans son rôle sur le climat, elle ne peut pas être qualifiée de « poumon de la Terre ».

5. Plantes, écosystèmes et développement durable en première scientifique

Pour aller plus loin dans notre réflexion sur la relation entre biologie des plantes et discours sur le développement durable et sur les conditions de possibilité d'un enseignement scientifique de cette notion, nous allons revenir sur les difficultés des lycéens à entrer dans un mode de pensée écosystémique.

Une approche écosystémique étudie les flux de matière et d'énergie au sein d'un système vivant (biocénose) et de son biotope subdivisé en compartiments caractérisés par leurs flux d'entrée, leurs flux de sortie et des variables d'état (Odum et Odum, 1953 ; Feltz, 1991). En cela elle s'oppose à une vision centrée sur les organismes individuels et des raisonnements séquentiels (Orange, 1997).

Les recherches didactiques ont montré qu'accéder à des raisonnements écosystémiques demande de s'affranchir d'un certain nombre de modes ordinaires de pensée qui peuvent faire obstacle (voir par exemple Peterfalvi & *al.*, 1987 ; Orange, 1997). Les difficultés rencontrées par les élèves concernent notamment la compréhension des conditions de pérennité d'un écosystème en lien avec le concept de cycle de la matière (Labbe Esperet, 2002 ; Orange, 1997). Dans nos régions, les écosystèmes terrestres un tant soit peu pérennes, à l'échelle du temps humain, sont les forêts où les plantes paraissent omniprésentes et où la biomasse animale (constituée principalement de la faune du sol) et, plus largement, celle des décomposeurs (animaux, champignons, bactéries) est peu visible. Cette particularité complique encore plus l'accès à une compréhension d'ensemble de l'écosystème quand on sait la façon dont les élèves comprennent le fonctionnement nutritif des plantes.

D'un autre côté, le mot écosystème est devenu d'un usage courant : on peut parler des écosystèmes et utiliser la notion dans une discussion ordinaire, même « écologiquement » engagée, sans avoir besoin d'en comprendre le sens biologique ; le cas présenté au paragraphe précédent en est un exemple. Quels enjeux alors pour l'enseignement d'aujourd'hui où l'éducation au développement durable apparaît comme l'organisateur des enseignements de biologie ?

Voici une classe de lycée ayant travaillé sur les relations alimentaires au sein d'un écosystème forestier à qui on demande « *Comment expliquer qu'un tel écosystème puisse fonctionner longtemps de manière autonome ?* ». Les élèves règlent vite la question de l'eau : la pluie y pourvoit. Pour le CO₂, dans le cas où sa fonction nutritive leur apparaît, sa disponibilité permanente est renvoyée soit aux émissions par les animaux et les activités humaines, soit plus directement au fait que tout le monde sait que le CO₂ augmente dans l'atmosphère : il n'y a pas pénurie.

Quant aux sels minéraux, ils sont souvent identifiés à des fertilisants eux-mêmes considérés à travers les pratiques ordinaires concernant les plantes (culture, entretien des plantes domestiques etc. ; ce qui renvoie aux obstacles d'intérêt technique de Canguilhem, 1975). Si la décomposition des feuilles est évoquée, c'est généralement dans un discours commun (dégradation, pourrissement) ne mobilisant pas un raisonnement en termes de cycle.

Ces élèves doivent dans un second temps, répondre à la question : « *Que devient la matière organique des cadavres, des feuilles mortes, etc. ? Comment cela se fait et grâce à*

quoi ? ». Voici deux exemples de réponses écrites qui représentent bien les productions de la classe.

« Les matières organiques se décomposent et se confondent avec le sol. Elles se décomposent grâce à la chaleur, le froid, les conditions climatiques. Elles deviennent des fertilisants du sol. »

« Cette matière organique dégradée donne ... d'autre matière organique ou quelque chose comme ça qui aidera les plantes à se nourrir. C'est une sorte d'engrais, d'humus (car on met bien des feuilles au pied des arbres pour les protéger du froid et leur donner un petit + pour leur alimentation. »

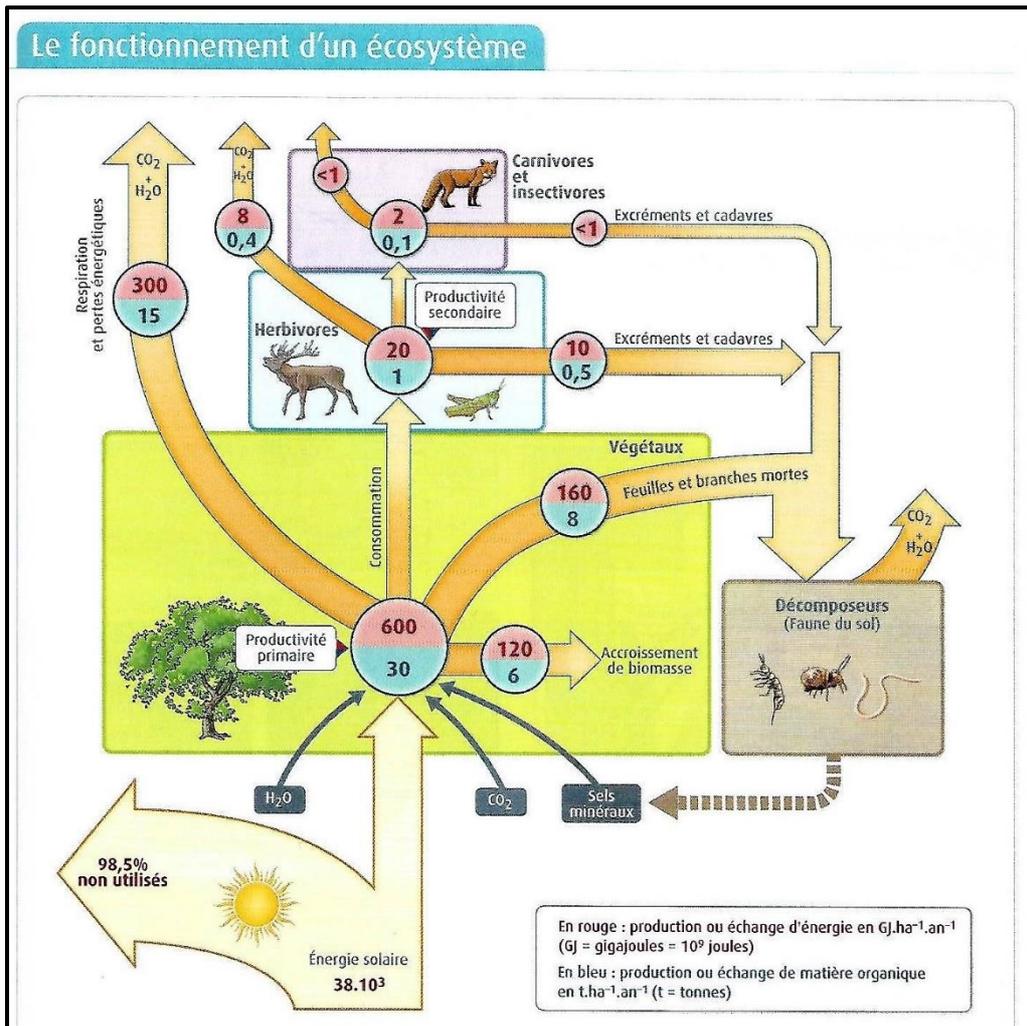
Dans de telles explications, la décomposition se fait naturellement, sans intervention d'êtres vivants décomposeurs : cela va bien dans le sens de la minimisation des êtres vivants du sol et ne pose aucunement la question de la conservation de la matière (Orange, 1997). Et ce que donne cette décomposition a une fonction fertilisante, qui aide la croissance, et n'est pas perçu comme des éléments nutritifs permettant la production de matière végétale... On est dans une vision animiste déjà évoquée : bien stimulée, une plante pousse car c'est sa nature. Ces façons de voir sont éloignées des présupposés d'une analyse écosystémique.

Remarquons que ce que disent les élèves est compatible avec le discours de sens commun de l'étudiant que nous avons présenté dans la partie précédente.

Rendre les élèves de lycée capables d'une analyse écosystémique demande donc de les amener à penser en termes de flux d'énergie et de cycle de la matière. Or, ce que proposent les manuels ne leur permet généralement pas d'être confrontés aux exigences d'une telle analyse.

Voici par exemple (document 2) un schéma bilan proposé par un manuel français de classe de première S³ (2011), sous le titre « Le fonctionnement d'un écosystème ». On pourrait montrer qu'on retrouve des schémas semblables dans bon nombre de manuels.

³ Première scientifique (élèves de 16-17 ans)



Document 2: Le fonctionnement d'un écosystème. Manuel de Première S, Belin, 2011, p. 161

Il s'agit d'un schéma de flux et non d'un schéma compartimental (Orange, 1994, 1997). Dans ce schéma, il y a bien conservation de l'énergie (les nombres du haut dans chaque cercle), sauf peut-être pour les carnivores où le nombre 2 se décompose en deux <1. Cela semble également le cas pour la matière quand on considère les nombres du bas, dans les cercles, qui sont indiqués comme étant la « production ou échange de matière organique ». Mais cela ne va pas sans poser problème :

- Si la matière se conserve, la matière organique n'est pas censée se conserver (il peut y avoir des transformations de matière organique en matière minérale et inversement) ; son apparente conservation dans ce schéma de flux est due à un artifice consistant à compter en « équivalent matière organique ». C'est donc difficile à comprendre surtout pour des élèves qui ne pensent pas la nutrition des végétaux et les fonctionnements des écosystèmes en termes de conservation de la matière.
- Ce choix d'un schéma de flux ne rend compte du recyclage de la matière par les décomposeurs, et plus largement du passage de la matière organique à la matière minérale, que de manière qualitative, sans contraintes de conservation ou de stabilité de l'écosystème.

Ce dernier point est d'ailleurs confirmé par une étrange remarque dans le texte qui accompagne le schéma : « *Dans l'écosystème forêt, on constate que, globalement sur une année, seule la biomasse des producteurs primaires augmente. Pour les autres producteurs, la biomasse issue de la croissance est compensée par le retour au sol de la matière organique des animaux morts* ». A partir de quoi fait-on ce constat ? De la flèche « accroissement de la biomasse » qui existe seulement à l'étage des producteurs primaires ? En tout cas ce constat ne va pas de soi : dans une forêt à l'équilibre, sans intervention de l'Homme, la biomasse végétale reste constante pour les mêmes raisons que le texte donne pour les biomasses des animaux. Encore un point qui ne perturbe pas les élèves mais ne les amène pas à penser en termes de conservation, de cycle et de stabilité structurelle. Et comment comprendre « *le retour au sol de la matière organique des animaux morts ?* ». Cette matière organique passe par la production des décomposeurs et est dégradée, in fine, en matière minérale.

L'explication par ce manuel du fonctionnement d'un écosystème a comme caractéristique d'être à la fois (à quelques détails près que nous avons relevés) compatible avec l'explication scientifique et compatible avec le mode de pensée des élèves : un schéma de flux qui peut facilement prendre la forme d'une mise en histoire, sans besoin de penser par cycle ; le devenir de la matière organique sans quantification ni explicitation de sa transformation en matière minérale qui convient aux explications habituelles des élèves (dégradation sans règles de conservation par exemple). Mais si elle vulgarise bien, au sens de Roqueplo (1974), elle ne permet pas aux élèves d'accéder à l'opérationnalité des savoirs scientifiques.

Ainsi, dans ce que propose ce manuel, rien ne permet par exemple de comprendre à quelles conditions une forêt (ou tout autre écosystème) a un bilan positif en oxygène et négatif en dioxyde de carbone donc de discuter le slogan sur le « poumon de la Terre » ; ni ce qui permet la pérennité de cette forêt sur de nombreuses années.

6. Conclusion

A travers les deux cas présentés ici : celui de l'étudiant d'une grande école qui doit expliquer les conséquences de la déforestation et celui des élèves de lycée confrontés à la nutrition des plantes, nous avons une illustration de la façon dont des individus, ayant une formation générale certaine, pensent le fonctionnement des plantes sans se détacher de la pensée commune. Cela n'est pas neuf mais il apparaît que cette pensée commune est facilement compatible avec un discours non critique sur le développement durable. Il nous semble qu'il y a là un vrai problème didactique : d'un côté, un discours ordinaire qui s'accorde bien avec une éducation au développement durable non critique et qui peut donc en être conforté ; d'un autre côté, la nécessité d'accès à une pensée critique sur cette question qui exige de dépasser la pensée commune pour aller vers une pensée plus systémique en termes de compartiments et de régulation.

Or, comme cela a été montré par ailleurs, l'enseignement de la biologie, et notamment de la biologie des plantes, proposé dans les programmes français n'a jamais visé explicitement l'entrée des élèves dans une pensée écosystémique (au sens de Odum & Odum, 1953). Tout au plus, au lycée, propose-t-on aux élèves des « modèles de flux » quand un travail sur des modèles à compartiments serait indispensable (Orange & Orange, 1995 ; Orange, 1994, 1997). Cet état de fait n'est aucunement remis en cause par une approche centrée sur le

développement durable, qui accentue une vision anthropisée organisée par un temps sagittal, sans véritable réflexion sur les conditions de fonctionnement et de pérennité des écosystèmes⁴. Dans ce cadre, les élèves peuvent tout au plus ne voir dans la biologie des plantes qu'un argument envers les slogans du développement durable mais cela ne leur fournit aucunement un savoir raisonné et critique sur ces questions : le discours de l'étudiant de notre troisième partie en est un exemple.

Permettre aux élèves d'accéder à un savoir critique sur les fonctions des plantes dans les écosystèmes et, plus largement, sur le développement durable, demande donc de penser un curriculum ayant pour but de faire changer les conceptions ordinaires des élèves et de les faire accéder à de véritables raisonnements écosystémiques. Cela ne peut pas être dès l'école primaire mais encore faut-il y penser une approche qui préparera le travail au secondaire.

Bibliographie

- Campestrini, P. (1992). Sortir de la logique de Van Helmont. *ASTER*, 15, 85-100 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/9053>).
- Cañal, P. (1999). Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants : an inevitable misconception ? *International Journal of Science Education*, 21(4), 363-371.
- Canguilhem, G. (1975). Article Vie. In *Encyclopaedia Universalis*. Paris : Encyclopaedia Britannica.
- Feltz, B. (1991). *Croisées biologiques*. Bruxelles : Ciaco.
- Labbe Esperet, C. (2002). *Modélisation et conceptualisation : l'exemple du cycle du carbone*. Thèse non publiée, Université de la Réunion.
- Martinand, J.-L. (2003). La question de la référence en didactique du curriculum (The reference problem in the didactic of curriculum). *Investigações em Ensino de Ciências – V8(2)*, 125-130.
- Odum, E. & Odum H. (1953). *Fundamentals in Ecology*. Philadelphie: Saunders.
- Orange C. (1994). *Intérêt de la modélisation pour la définition de savoirs opérants en biologie-géologie ; l'exemple de la modélisation compartimentale*. Thèse de doctorat de didactique des disciplines, Université de Paris 7.
- Orange, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie ; quels apprentissages pour le lycée ?* Paris : P.U.F. coll. l'Éducateur.
- Orange, C. (2009). Comment les plantes font-elles penser les petits et les grands ? *Alliage, culture, sciences, techniques*, 64, 113-123
- Orange Ravachol, D. (2007). Des mises en histoire aux savoirs scientifiques : le cas de lycéens confrontés à quelques problèmes de tectonique des plaques. *ASTER*, 44, 41-68 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/16774>).
- Orange Ravachol, D. (2014). Les « Éductions à » et les sciences de la nature : entre dédisciplinarisation et redisciplinarisation. *Éducation et socialisation* (disponible sur : <http://edso.revues.org/903>).
- Orange C. & Orange D. (1995). Géologie et biologie : analyse de quelques liens épistémologiques et didactiques. *ASTER*, 21, 27-49 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8540>).

⁴ Nous n'avons esquissé ici qu'une réflexion sur les aspects nutritifs ; elle devrait être complétée par un travail sur la question de la biodiversité notamment.

- Özay, E., & Öztas, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2), 68-70.
- Peterfalvi, B., Rumelhard, G. & Vérin, A. (1987). Relations alimentaires. *ASTER*, 3, 111-189 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/9067>).
- Roqueplo, P. (1974). *Le partage du savoir. Science, culture, vulgarisation*. Paris : Seuil.
- Rumelhard, G. (1985). Quelques représentations au sujet de la photosynthèse. *ASTER*, 1, 37-66 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/9069>).
- Rumelhard, G., dir. (1992). Lumières sur les végétaux verts. *ASTER*, 15 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/9053>)