

Quel enseignement des plantes au 21^e siècle¹?

Quelques perspectives didactiques

Faouzia Kalali

CIRNEF, Université Rouen Normandie

Résumé

En exploitant l'énergie du soleil, les plantes sont à la base de la vie (alimentation) sur terre. Cependant, comparées au monde animal, les plantes ont longtemps été considérées comme appartenant à un monde moins abouti et peu digne d'intérêt. Or, détentrice de savoirs pluriels (biologie, chimie, physique, écologie...), l'étude des plantes en tant que base d'une culture botanique est au carrefour d'enjeux politiques, économiques, sociaux et didactiques. Face à ce contexte général de manque d'intérêt et d'invisibilité des plantes en tant qu'êtres vivants peuplant les écosystèmes, nous nous posons la question dans cet article de comment concevoir un enseignement culturel des plantes qui puisse répondre aux enjeux du 21^e siècle (alimentation, santé, environnement).

Welche Lehre der Pflanzen im 21. Jahrhundert?

Einige didaktische Überlegungen

Zusammenfassung

Durch die Nutzung der Sonnenenergie sind Pflanzen die Grundlage des Lebens (Ernährung) auf der Erde. Jedoch wurden Pflanzen im Vergleich zur Tierwelt lange als weniger gelungen und weniger Interessenswürdig angesehen. Innerhalb von multidisziplinärem Wissen (Biologie, Chemie, Physik, Ökologie...) liegt das Studium der Pflanzen als Grundlage einer botanischen Kultur an der Kreuzung politischer, wirtschaftlicher, sozialer und bildungspolitischer Fragen. Vor diesem allgemeinen Hintergrund eines Mangels an Interesse und Unsichtbarkeit der Pflanzen als Lebewesen von Ökosystemen, stellt sich in diesem Artikel die Frage, wie eine Lehre der Pflanzen gestaltet werden soll, die auf die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts in den Bereichen Ernährung, Gesundheit und Umwelt antwortet.

¹ Nous inscrivons notre questionnement sur les plantes dans le cadre des défis posés par le monde en ce début de siècle. Il s'agit alors de montrer l'importance des connaissances de base pour former des futurs citoyens aptes à prendre des décisions et à agir.

What plants teaching in the 21st century? Some didactic concern

Abstract

By exploiting the energy of the Sun, plants are the basis of life (food) on Earth. However, compared to the animal world, the plants have long been seen as belonging to a world less accomplished and little worthy of interest. Plants are holder of multidisciplinary knowledge (biology, chemistry, physical, ecology...), their study as a basis of a botanical culture is at the crossroads of political, economic, social and educational issues. Against this context of plant blindness and lack of interest towards plants as living being populating ecosystems, the question arises of how design a teaching of plants that can meet the challenges of the 21st century about human food, health and environment.

1. Introduction

En exploitant l'énergie du soleil grâce à la photosynthèse, les plantes sont à la base de la vie (alimentation) sur terre. Cependant, comparées au monde animal, les plantes ont longtemps été considérées comme appartenant à un monde moins abouti et peu digne d'intérêt (Flannery 2002 ; Uno, 2007). Il s'agit de leur invisibilité en tant qu'êtres vivants peuplant la terre. Wandersee et Schussler (1999, 82) l'expriment en une « cécité vis-à-vis des plantes » dont ils citent les caractéristiques suivantes :

1. L'incapacité de voir les plantes dans son propre environnement ;
2. L'incapacité de reconnaître l'importance des plantes dans l'environnement et en ce qui concerne la vie des hommes ;
3. L'incapacité d'apprécier les caractéristiques biologiques uniques et esthétiques des plantes ;
4. La tendance à classer les plantes comme inférieures aux animaux.

Si la première et la dernière caractéristiques incombent à des représentations qui reflètent une base psychosociale, les deux autres caractéristiques soulignent les savoirs et les compétences au sujet des plantes en tant qu'êtres vivants peuplant les écosystèmes et renvoient aux plans cognitif et didactique. Néanmoins, l'ensemble de ces caractéristiques peuvent constituer des visées de l'enseignement scientifique et particulièrement celui des végétaux.

De plus, l'enseignement des plantes souffre d'un grand désintérêt de la part des élèves (Marbach, 2004 ; Pollan, 2001 ; Stagg et al., 2004 ; Uno, 1994 ; Wandersee & Schussler, 2001). Les plantes et les thèmes d'étude qui leur sont liés sont les plus ennuyeux pour les élèves (Elster 2007 ; Jenkins et Pell, 2006 ; Kalali, 2010 ; Lindemann-Matthies, 2005). L'apprentissage

et l'enseignement des plantes sont jugés aussi difficiles que non intéressants (Marbach, 2004 ; Pollan, 2001 ; Sundberg, 2004 ; Uno, 1994). Quand on cherche à rendre l'approche des plantes plus attractive, on fait appel à des caractéristiques comme leur beauté (exemple des plantes d'ornement), leur valeur patrimoniale s'inscrivant ainsi dans des approches comme la systématique. L'enseignement s'en trouve aride et difficile d'accès. Nous avons établi (Kalali, 1997) au collège, Uno (1994) au lycée que les pratiques éducatives en matière d'enseignement sur les plantes exposaient un savoir souvent descriptif et pas assez expérimental. Ce qui peut expliquer le manque de motivation des élèves (Kalali, 1997) leurs problèmes et leurs difficultés en classe (Pollan, 2001 ; Sundberg, 2004 ; Uno, 1994).

Enfin, les manuels scolaires renforcent l'invisibilité des plantes. Les plantes angiospermes² n'apparaissent pas systématiquement dans les manuels scolaires (APG, 2009) pourtant elles représentent 96% de la biodiversité. Des manuels de biologie actuellement utilisés, par exemple, en Australie (Pany, 2014) montrent que le contenu botanique est introduit le plus souvent au moyen d'un sous-groupe de plantes utiles, à savoir les plantes ornementales. En effet, celles-ci sont faciles à se procurer et même à cultiver en salles de classes. Même dans les manuels de l'université (Campbell & Reece, 2011), les plantes ornementales (ex., les Lys) peuvent souvent être trouvées comme exemples. En France, nous avons examiné les manuels scolaires de sciences les plus récents de l'école primaire et constaté que très peu d'exemples de plantes en comparaison avec des animaux sont donnés aux élèves (voir la section « sciences au cycle 3 » ci-dessous). De plus, le plus souvent, les activités s'effectuent sur une plante générique ou prototypique.

2. Problématique/Question de recherche

La société botanique de France, dans sa séance du 9 novembre 1906, donnait la parole à M.-A. Girod, qui présenta un « essai » de vulgarisation de la botanique pour l'école primaire. L'approche de la flore, l'intérêt de ses connaissances apparaissent essentiels pour faire aimer aux enfants les rudiments d'une botanique élémentaire. En 2004, le bulletin « *Plant Science* », éditée par la Société Américaine de botanique explique qu'aujourd'hui ce que nous enseignons aux générations futures sur les systèmes vivants n'a jamais été plus important. Les auteurs insistent sur la mission majeure de l'enseignement scientifique qui serait de former une société dotée d'une culture botanique. Malgré la différence d'un siècle entre ces deux déclarations, la connaissance des plantes apparaît essentielle pour tous les âges.

Mais, face au contexte général de désintérêt, d'invisibilité des plantes en tant qu'êtres vivants faisant partie des écosystèmes, d'inadéquation de certaines pratiques pédagogiques d'enseignement, les savoirs scientifiques et techniques en relation avec l'étude des plantes sont souvent sous-estimés voire ignorés. Pourtant ces savoirs sont centraux en vue de l'apprentissage de concepts importants comme l'évolution (Bodeveix, 2016 ; Wandersee & Schussler 1999), les cycles de vie et la reproduction (Boyer, 2000 ; Quinte, 2016 ; Schussler & Winslow 2007), la nutrition et le cycle de la matière (Giordan & de Vecchi, 2010 ; Wandersee

2 Les angiospermes, communément appelées « plantes à fleurs » sont des végétaux dont les organes reproducteurs sont condensés en une fleur et dont les graines fécondées sont enfermées dans un fruit, et ils connaissent une double fécondation à la différence des gymnospermes. Par rapport à leur représentativité en termes de diversité terrestre - 90% à 96% - on s'attendrait à ce qu'il y ait une représentativité conséquente des angiospermes dans les manuels scolaires.

& Schussler 1999) et au-delà la compréhension des problématiques actuelles comme le développement durable, la sauvegarde de la biodiversité... Plus que jamais, les végétaux en tant que producteurs primaires sont la base d'un enseignement qui allie des aspects divers de la production de biomasse aux interactions Homme/milieu. Le thème « enjeux planétaires contemporains » se trouve central dans les nouveaux programmes de SVT³ de la classe de seconde où les agrosystèmes occupent une grande place pour questionner l'alimentation, la santé, mais également la sauvegarde de l'environnement. Comment faire alors pour que cet enseignement puisse répondre aux enjeux du 21^e siècle (démographie, santé, climat, alimentation)? Une hypothèse très souvent formulée est la contextualisation de l'enseignement des plantes qui permettrait de reconnecter avec les défis majeurs comme le problème urgent de la sécurité alimentaire, de concilier une approche théorique et pratique en privilégiant des aspects plus appliqués (biotechnologie, phytotechnie, aquaponie). Il s'agit alors en accord avec Cañal de León (1992) de déterminer un « savoir de base » sur les plantes par l'élaboration de divers « niveaux de construction dans ce domaine conceptuel en considérant simultanément l'alimentation, la respiration et la photosynthèse » (p. 12) étant donné « la difficulté de l'enseignement-apprentissage concernant la nutrition des plantes vertes (qui) est bien visible » (p. 9). Cet intérêt pour des savoirs de base identique à celui délivré par les deux sociétés de botanique montre que les parties prenantes ou *stakeholders*⁴ en matière d'éducation scientifique qu'elles soient des scientifiques ou des chercheurs en éducation insistent sur l'obligation d'apporter des connaissances biologiques à tous les citoyens.

Dans cet article, nous allons d'abord examiner quelques résultats inédits de l'enquête internationale *Relevance of Science Education* (ROSE) concernant des élèves Français et Allemands. Cette enquête qui cherche à comprendre le désintérêt des élèves montre que malgré les différences qui peuvent exister entre les systèmes éducatifs des deux pays, les attitudes similaires des élèves témoigneraient d'une constance qu'il faudra tenter d'expliquer. Dans un deuxième temps, l'analyse didactique du curriculum actuel de science et la place qu'occupent les plantes permettra d'élucider les choix curriculaires qui ont été faits en France par comparaison avec l'Allemagne. Il s'agit de situer ces reconfigurations curriculaires dans le mouvement mondial de réformes de l'éducation scientifique qui ont touché tous les systèmes éducatifs à travers le monde. Dans un troisième temps, nous allons sur la base de l'exemple de l'étude de la photosynthèse proposer quelques réflexions didactiques. L'enjeu de la signification de la photosynthèse cible des apprentissages pluridisciplinaires en lien avec la nutrition de la plante, mais également avec le statut des plantes vertes en tant que producteurs primaires de matière organique et donc de base d'alimentation pour l'homme.

3. Mettre en perspective les attitudes et les intérêts des élèves vis-à-vis de l'enseignement des plantes

Les enquêtes internationales sur les attitudes et les intérêts des jeunes comme l'enquête ROSE reposent sur le postulat que plus nous allons connaître les intérêts des élèves, leurs attitudes vis-à-vis des sciences, plus il sera possible de développer des curriculums d'enseignement scientifique

³ Sciences de la Vie et de la Terre.

⁴ Ce sont les décideurs, scientifiques, chercheurs en éducation scientifique, professionnels de l'éducation.

pertinents. Ces curriculums de science qui intègrent le point de vue des élèves ou ce que nous pouvons appeler *student voice* (Jenkins, 2006) contribueraient également à réduire les différences liées au genre ou au niveau social.

Compte tenu de l'importance de la science et la technologie dans notre société, le projet ROSE vise à identifier les dimensions affectives des apprenants âgés de 15 ans. En effet, les résultats présentés ici se rapportent à des items élaborés à partir de dimensions comme la motivation pour les sciences à l'école, la confiance en soi (*self-confidence*) dans ses capacités en science, les perceptions de l'éducation scientifique, et ce que les élèves tirent de leur apprentissage de la science à l'école (Schreiner & Sjøberg, 2004, p.66). Les auteurs visent également à contribuer au débat au sein de la communauté éducative au sujet des curriculums de sciences. Ceux-ci connaissent des réformes successives depuis plusieurs décennies et aucune orientation n'aboutit à un consensus (Fensham, 2002). Le détail du questionnaire ROSE, les informations sur les pays concernés se trouvent dans Sjøberg et Schreiner (2011) ou sur le site web du projet (roseproject.no). La méthodologie de recueil de données se base sur un questionnaire qui utilise une échelle de type Likert à quatre points (de « pas d'accord » ou pas « intéressant » à « d'accord » ou « intéressant ») à une série d'items fermés couvrant plusieurs aspects différents de la science, de la technologie, de l'environnement et de l'éducation scientifique. Trois sections invitent les élèves à préciser les thèmes d'étude qu'ils souhaitent apprendre. D'autres sections sont « mon futur métier », « moi et les défis environnementaux », « mes cours de sciences », « mon opinion sur la science et la technologie dans la société », et « mes expériences extrascolaires » et constituent le reste du questionnaire ciblant ainsi les divers aspects de l'expérience scolaire et non scolaire des élèves en matière d'apprentissage des sciences. Une seule question ouverte « ce que je ferais en tant que chercheur scientifique » boucle le questionnaire. L'analyse est quantitative en appui sur des statistiques descriptives par le calcul des moyennes et de leur écart type. Dans la recherche de signification statistique de nos mesures pour comparer les moyennes des deux pays ou des deux groupes de filles et de garçons, nous utilisons le test T de Student.

Dans ce qui va suivre, nous allons examiner les moyennes obtenues par les réponses des élèves à un ensemble de propositions qui portent sur les plantes et les animaux en lien avec le choix des thèmes d'étude, et sur les activités extrascolaires.

Résultats et discussion

Tab. 1 : Moyennes et S.D** des items obtenus pour les réponses des élèves Français et Allemands

Items	Moyennes/S.D France (Région Francilienne)	Moyennes et S.D Allemagne
A13. Les animaux dans les autres régions du monde	2.44/ 1.133	2.51/.980
A15. Comment les plantes poussent et se reproduisent	1.86/.992	1.80/.831
A 16. Comment les hommes, les animaux, l'environnement dépendent les uns des autres	2.34/1.048	2.37/.931
A20. Comment les animaux se servent des couleurs pour se cacher, attirer ou effrayer	2.64/1.116	2.44/.955
A27. Les animaux féroces, dangereux et menaçants	2.68/1.144	2.75/.988
A28. Les plantes toxiques de mon milieu	2.32/1.101*	2.47/1.044 *
E1. les symétries et les motifs dans les fleurs et les feuilles	1.53/.902	1.51/.789
E16. Comment protéger les espèces animales menacées	2.78/1.111 *	2.64/.955 *
E17. Comment améliorer les cultures dans les jardins et les fermes	1.85/1.006	1.91/.913
E18. L'usage médical des plantes	2.47/1.170	2.48/1.063
E19. L'agriculture organique et écologique sans utilisation de pesticides et de fertilisants artificiels	1.96/1.090	1.90/.969
E24. Les animaux de mon milieu	2.31/1.128	2.31/.969
E25. Les plantes de mon milieu	1.91/1.000	2.02/.923
E33. Les bénéfiques et les risques possibles des méthodes modernes de l'agriculture	1.84/1.037 *	2.61/1.010 *
F11. La science à l'école a augmenté mon appréciation de la nature	2.26/1.134	2.34/.991
H 6. J'ai regardé un animal en train de naître	1.75/1.040	1.72/1.009
H14. J'ai ramassé des baies comestibles, fruits, champignons, plantes	2.39/1.181*	2.69/1.048 *
H 17. J'ai planté des graines et je les ai vu pousser	2.29/1.109	2.33/.998
H18. J'ai fait du compost à partir de l'herbe, des feuilles, des ordures	1.55/.959 *	1.90/1.026 *
H 28. J'ai pris des médicaments à base de plantes ou de traitements alternatifs (acupuncture, homéopathie, yoga)	2.14/1.163 *	2.01/1.067 *

Les moyennes sont obtenues à partir de Likert à 4 points. Les valeurs < 2 indiquent un rejet de l'item.

*Signification statistique au test T avec $p < 0.05$. Ce test est utilisé pour éprouver la signification des résultats quand il s'agit de comparer deux échantillons indépendants (ici France et Allemagne).

**SD : Standard Deviation ou écart type.

Si les plantes médicinales ressortent comme intéressantes dans certaines enquêtes (Hammann, 2011), les plantes qu'elles soient utiles, à usage médical (item E18) ou toxique (Item A28) ne sont pas intéressantes⁵ pour les élèves questionnés en France et en Allemagne (moyennes ≤ 2.5). L'étude des « plantes de son milieu » (Item E25), leur « reproduction » (Item A15), « l'amélioration de la culture » (Item E17) ou « l'agriculture » (Item E19) est plutôt rejetée par les élèves des deux pays (moyennes < 2) ; et les différences des moyennes entre les deux pays sont très faibles.

L'étude des « animaux de son milieu » (Item E24) n'est pas intéressante pour les élèves des deux pays (moyenne identique de 2.31). Mais, l'« étude des animaux féroces et menaçants » (Item A27) ou « la sauvegarde des espèces animales menacées » (Item E16) obtiennent des moyennes > 2.5 et témoignent d'un intérêt de la part des élèves des deux pays. Les élèves s'expriment de la même voix malgré les différences des systèmes éducatifs⁶. Ils signalent, par exemple, que leur cours de science n'a pas réussi à leur faire « apprécier la nature » (Item F11 avec une moyenne < 2.5). L'Item « bénéfiques et risques de l'agriculture moderne » (E33) intéresse les élèves Allemands alors qu'il est rejeté par les élèves Français. Cette différence est statistiquement significative ($p < 0.05$). Ce résultat nous interroge quand on sait que l'agriculture moderne est liée aux problématiques de la transformation rapide de la biosphère et à la croissance de la population humaine. On peut constater que les thèmes d'actualité sur la production agricole, l'amélioration des cultures, les risques et les bénéfices en lien avec le développement durable intéressent peu les élèves. Néanmoins, il faut souligner que ce sont des déclarations d'élèves, et être vigilant quant aux conséquences à tirer. Nous pouvons avancer l'hypothèse d'un problème de manque de connaissances au sujet des plantes. L'analyse de la section « moi et l'environnement » (Kalali, 2017), a montré que des problèmes de l'environnement intéressent beaucoup les élèves français comme la question des ressources, mais les résultats soulignent par ailleurs qu'ils ne souhaitent pas apprendre au sujet des moyens de résoudre ces problèmes (agriculture, culture biologique, cultures modernes). Tout se passe comme si les élèves ignorent les liens de causalité qui sont en jeu.

Si nous comparons les expériences de familiarisation avec les plantes et les animaux en dehors de la classe, là encore les différences entre les deux pays sont très faibles. En général, on note un contact faible avec la nature comme d'autres recherches l'ont établi (Bebbington, 2005 ; Wandersee & Schussler, 1999) et une familiarisation insuffisante avec les végétaux.

Étant donné que la dimension du genre influence le plus souvent les intérêts des élèves, nous avons cherché à voir l'impact de cette variable sur les scores (Tableau 2).

⁵ Les valeurs ≥ 2.5 indiquent un intérêt pour l'item ; les valeurs ≤ 2.5 indiquent un certain désintérêt pour l'item. Les valeurs = 2.5 indiquent une position neutre.

⁶ Les élèves questionnés ont généralement 15 ans et sont scolarisés au sein d'un collège unique en France ; alors qu'en Allemagne, les établissements secondaires sont différents et les élèves peuvent y accéder selon les résultats obtenus. De plus, à l'opposé de la France, l'Allemagne ne dispose pas d'un programme national. En fait chaque région a son propre programme qui valorise les contextes locaux (voir la section didactique du curriculum, et la sous-section « les contenus des programmes de biologie en Allemagne » pour plus de détail.

Tab. 2 : Moyennes et leur Ecart type (S.D.) obtenus chez les filles et les garçons des deux pays.

Items	France (Région Francilienne)		Allemagne	
	Filles	Garçons	Filles	Garçons
A13. Les animaux dans les autres régions du monde	2.37/1.127*	2.52/1.136*	2.60/.966*	2.43/.989*
A15. Comment les plantes poussent et se reproduisent	1.86/.996	1.87/988	1.78/.823	1.82/.840
A 16. Comment les hommes, les animaux, l'environnement dépendent les uns des autres	2.38/1.065	2.31/1.028	2.35/.942	2.38/.921
A20. Comment les animaux se servent des couleurs pour se cacher, attirer ou effrayer	2.61/1.098	2.68/1.135	2.52/.960	2.36/.943
A27. Les animaux féroces, dangereux et menaçants	2.49/1.146*	2.89/1.103*	2.65/.968*	2.85/1.000*
A28. Les plantes toxiques de mon milieu	2.23/1.075*	2.42/1.117*	2.51/1.003	2.44/1.025
E1. les symétries et les motifs dans les fleurs et les feuilles	1.58/.963*	1.47/.897*	1.59/.842*	1.42/.723*
E16. Comment protéger les espèces animales menacées	2.81/1.107	2.75/1.116	2.72/.927*	2.56/.978*
E17. Comment améliorer les cultures dans les jardins et les fermes	1.80/.966*	1.96/1.046*	1.83/.872*	1.98/.948*
E18. L'usage médical des plantes	2.55/1.175*	2.37/1.157*	2.51/1.051	2.46/1.077
E19. L'agriculture organique et écologique sans utilisation de pesticides et de fertilisants artificiels	1.93/1.109	1.99/1.069	1.86/.907	1.94/.981
E24. Les animaux de mon milieu	2.32/1.112	2.31/1.147	2.43/.988*	2.19/.936*
E25. Les plantes de mon milieu	1.90/.987	1.94/.920	2.10/.921*	1.94/.920*
E33. Les bénéfiques et les risques possibles des méthodes modernes de l'agriculture	1.75/.996*	1.95/1.073*	2.58/.978	2.65/1.041
F11. La science à l'école a augmenté mon appréciation de la nature	2.22/1.106	2.30/1.165	2.32/.959	2.35/1.024
D18. Le monde naturel est sacré, il devrait être laissé en paix	3.13/1.035*	3.06/1.77*	2.85/.942*	2.48/.956*
H6. J'ai regardé un animal en train de naître	1.76/1.022	1.74/1.062	1.77/1.023	1.66/.944
H14. J'ai ramassé des baies comestibles, fruits, champignons, plantes	2.48/1.173*	2.30/1.148*	2.85/1.033*	2.53/1.042*
H 17. J'ai planté des graines et je les ai vues pousser	2.40/1.100	2.16/1.105	2.44/1.005	2.22/.981
H18. J'ai fait du compost à partir de l'herbe, des feuilles, des ordures	1.50/.923	1.61/.995	1.88/1.013	1.91/1.040
H28. J'ai pris des médicaments à base de plantes ou de traitements alternatifs (acupuncture, homéopathie, yoga)	2.24/1.185*	2.03/1.127*	2.06/1.053	1.95/1080

*signification statistique au test T (échantillons indépendants filles et garçons) avec $p < 0.05$

En fait les filles et les garçons des deux pays ont des attitudes similaires de manque d'intérêt pour les plantes, leur reproduction, les méthodes d'agriculture. Un fait intéressant est la neutralité des filles par rapport aux plantes médicinales dans les deux pays par différence avec les garçons. En effet, le plus souvent les filles témoignent plus d'intérêt que les garçons pour les aspects en lien avec la santé et les maladies. L'item « bénéfiques et les risques possibles de l'agriculture moderne » ne montre pas de différence de genre mais de pays. Les élèves Allemands filles et garçons se montrent intéressés par l'étude de cet item. Ce résultat mérite un approfondissement par entretiens avec les élèves, ce qui relève d'une limite de l'outil ROSE.

Dans sa recherche, Krapp (2000) souligne que les intérêts ne peuvent pas être supposés stables et sont connus pour changer pendant l'adolescence, par exemple, pour remplir les rôles dévolus au genre. Les élèves visés par l'enquête ROSE sont des jeunes de 15 ans. Peut-on dire que ce désintérêt des filles et des garçons pour les plantes est un fait stable qui va se prolonger au cours de la scolarité ? Nous pouvons le supposer si l'on considère les études de Kattmann (2000) et Löwe (1987) qui montrent que l'intérêt des élèves pour des sujets biologiques est décroissant avec l'âge.

4. Didactique du curriculum : cas de l'enseignement des plantes

La didactique curriculaire (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume et Martinand, 1998) est une orientation de recherche complémentaire de celle de la didactique des apprentissages. Elle est nécessaire pour examiner les apprentissages qui ont lieu à l'école primaire où les sciences ne relèvent pas de disciplines scolaires mais de domaines d'apprentissage. Elle permet également d'examiner les mouvements de reconfiguration des disciplines afin d'élucider les enjeux curriculaires tout en identifiant des problématiques didactiques (ex., technologie, éducation au développement durable, « Educations à », programmes du socle commun de connaissances, de compétences et de culture...). Enfin, la didactique du curriculum se prête bien, étant donné l'objet de ce numéro, à une étude comparative inter-didactique et internationale.

4.1. Culture scientifique et culture botanique

Avant de traiter la place des plantes dans les programmes actuels, nous souhaitons d'abord planter le décor. Il s'agit de définir l'éducation scientifique que les parties prenantes souhaitent promouvoir à l'aube du 21^e siècle, ensuite de caractériser l'enseignement de la biologie et celui des plantes au sein de ce mouvement de réformes international⁷.

7 En 2009, la revue internationale d'éducation de Sèvres (Centre International des Etudes Pédagogiques) consacre son numéro 51 au « renouveau de l'enseignement des sciences ». Il s'agit de documenter le contexte de mondialisation et des évaluations internationales qui ont conduit à la prise de conscience mondiale des nouveaux défis du 21^e siècle. La même année, Beorchia & Boilevin (2009) ont attiré l'attention sur la publication de divers rapports et plans d'actions visant à améliorer l'enseignement des sciences et de la technologie aux niveaux international et national. Brandt-Pomarès & Lhoste (2013) re-questionnent l'éducation et l'enseignement scientifique et technologique via une analyse critique des prescriptions (démarche d'investigation, approche par compétence, travaux personnels encadrés ou TPE, travail d'initiative personnelle encadré ou TIPE, enseignement intégré de science et de technologie ou EIST...).

Nous assistons depuis plus d'un quart de siècle à des prises de position à propos de l'enseignement (éducation) scientifique à travers la publication de divers rapports⁸ afin de reconfigurer les curriculums de sciences en fonction de l'évolution que connaît la recherche scientifique et ses pratiques. Si certaines publications incitent à une mise à jour des connaissances à travers des standards dans des documents plutôt politiques comme ceux de l'Association Américaine pour l'Avancement de la science AAAS (Collins, 1998), d'autres attirent l'attention sur la nécessité de définir la culture scientifique en accord avec l'image dominante de la science et des changements qu'elle connaît dans la société (DeHart Hurd, 1998 ; Martinand, 2006). Il s'agit de faire en sorte que l'éducation scientifique accompagne la société en évolution, en plus d'une dénonciation des pratiques traditionnelles d'enseignement qui focalisent l'intérêt sur la formation d'une certaine élite (Aikenhead, 2006 ; Apple, 1992 ; Osborne & Calabrese-Barton, 2000).

L'éducation scientifique est alors un nœud d'enjeux où divers arguments (économique, social, environnemental) sont tour à tour avancés. Si l'argument économique met l'accent sur la formation de futurs travailleurs aptes à répondre à la compétitivité qu'imposent les « sociétés de la connaissance »⁹, l'argument social invite à œuvrer pour moins de disparités entre les pays, pour plus de justice sociale et plus d'implication des citoyens. Enfin, l'argument environnemental nous invite à mieux comprendre les effets des changements mondiaux afin d'agir pour les atténuer. Ce dernier argument récapitule les deux précédents car dans le rapport de l'Unesco (2014), il repose autant sur des valeurs de justice sociale, d'implication des citoyens que de formation à la maîtrise de connaissances nécessaires pour une économie durable qui protégerait le capital naturel de la planète.

L'argument économique et la visée de développer une citoyenneté active se trouvent au centre des débats des spécialistes sur la définition même de l'éducation scientifique. Pintrich & Boyle (1993) dénoncent une alphabétisation scientifique au service du développement économique car extrinsèque aux individus. Kelly (2007) privilégie la dimension citoyenne au détriment de l'argument économique et reconnaît qu'il faut sélectionner des buts de citoyenneté à l'éducation scientifique. Roberts (2007) critique la vision I (non contextuelle) d'une culture scientifique qui exclue les citoyens de tous âges à la participation aux activités scientifiques dans la société. Il appelle vision II cette dimension participative de culture scientifique.

Comment l'enseignement des plantes se trouve-t-il influencé par la nature de ces débats ? Uno (2009) fait la promotion d'une alphabétisation (culture) botanique au nom de la formation de futurs botanistes qui participent au même titre que les scientifiques au bien-être économique de la société. Déjà en 1994, Uno signalait le danger du déclin de l'intérêt des étudiants pour l'enseignement et les métiers de la botanique. Citant J.D. Miller, grand spécialiste des questions de la culture scientifique, Uno (2009) souligne l'intérêt de la culture

8 A titre d'exemples, nous citons les rapports suivants : 1) AAAS (1989). *Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. 2) Assemblée nationale. (2006). *Réconcilier les jeunes et les sciences. Rapport d'information*, n°3061. 3) European Commission. (2004). *Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. 4) House of Lords. (2006). *Science teaching in schools: Report with evidence*. 5) National Research Council. (1996). *National science education standards*. 6) Organisation for Economic Co-operation and Development. (OECD) (2009). *PISA 2006 Technical Report*.

9 La notion de « sociétés de la connaissance » souligne selon Pestre (2003) l'impératif de l'argument industriel et économique. L'auteurs signale les raisons qui en sont à l'origine. Il s'agit de la transformation du mode de production des savoirs aujourd'hui, en partie à cause du contexte de compétition, puis de l'évolution et de la réorganisation des espaces de production des sciences et des techniques avec de nouvelles formes de partenariats opérant dans un climat de néolibéralisme (brevets, propriété intellectuelle...) (p. 100-105).

botanique également pour des raisons de citoyenneté. Il cite les mérites d'un curriculum de formation à la botanique pour tous mettant l'accent sur les connaissances de base, les compétences qui permettent la prise de décisions et la compréhension du fonctionnement de la science. Ainsi les discours en faveur de la promotion de la culture botanique utilisent des arguments similaires à ceux qui font la promotion de la culture scientifique. Il s'agit d'attirer l'attention sur la formation de futurs spécialistes, de lutter contre le problème de désintérêt vis-à-vis des choix de thèmes d'étude, et de former de futurs citoyens. Faisant la promotion du BSCS (Biological Sciences Curriculum Study), Uno et Bybee (BSCS, 1993) privilégient un curriculum ambitieux plus orienté vers une formation de futurs scientifiques et botanistes que de futurs citoyens.

4.2. Didactique du curriculum

Lebeaume et Martinand (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume et Martinand, 1998) ont jeté les bases d'une didactique curriculaire en s'attaquant à la question de la reconfiguration d'une discipline de l'école moyenne : la technologie. Cette position de recherche qui s'inscrit dans la continuité de la responsabilité du chercheur vis-à-vis des contenus d'enseignement réaffirme un positionnement politique fort. Il s'agit d'un travail d'élucidation des enjeux ouvert à toutes les parties prenantes pour éviter les impositions technocratiques (Martinand, 2000). De la définition des missions, substituées aux finalités, à l'organisation de la matrice curriculaire en passant par l'identification de la figure de la discipline, la didactique curriculaire porte la focale sur trois niveaux. Un premier niveau politique des missions, le niveau éducatif des choix stratégiques et programmatiques, le niveau curriculaire proprement didactique de la matrice curriculaire.

Nous allons mobiliser cet appareillage conceptuel et méthodologique pour examiner les reconfigurations curriculaires actuelles de l'éducation scientifique, particulièrement celles de l'enseignement des plantes en France qui s'inscrit comme nous l'avons vu plus haut dans un mouvement mondial. Le rapport Thélot (2004), produit dans ce contexte, montre des propositions qui visent l'équité de genre et la formation de futurs citoyens dotés d'un socle commun de connaissances et de compétences pour une meilleure représentation du monde contemporain. Comment ces orientations se traduisent-elles dans les curriculums ? Dans cet article, nous nous focalisons sur les programmes actuels en vigueur en France (loi d'orientation de 2013¹⁰ ; nouveau socle¹¹ et programmes de 2015). Nous allons examiner l'ensemble des programmes des sciences du vivant de l'école moyenne, du cycle 2 (CP-CE) au cycle 4 (5^{ème}, 4^{ème}, 3^{ème}), en cherchant la place accordée aux végétaux et à leur enseignement. Nous allons par la suite comparer quelques éléments de programmes Français (de la 6^{ème} à la 3^{ème}) avec le programme Allemand actuel (régions de Berlin et Brandenburg).

¹⁰ Il s'agit de la loi n°2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République dont les trois premiers chapitres rappellent nos trois niveaux : principes et missions de l'éducation, administration de l'éducation, contenus des enseignements scolaires.

¹¹ Le socle commun de compétences, de connaissances et de culture

« Questionner le monde du vivant » au cycle 2 (CP, CE1 & CE2)¹²

Au cycle 2, le domaine d'enseignement des sciences s'intitule « questionner le monde » afin d'appuyer l'approche globale du monde du vivant (pour les apprentissages biologiques) outillée par une première démarche scientifique. Les visées attendues en fin de cycle en termes de compétences portent sur la construction des connaissances pour décrire et comprendre, raisonner... Concernant les savoirs, l'entrée se fait par le vivant distingué du non vivant. On a donc une préoccupation pour la matière vivante naturellement présente dans l'environnement. Celle-ci est abordée par ses caractéristiques : développement, nutrition, interactions, diversité, évolution. Ces caractéristiques sont autant sollicitées pour connaître un être vivant animal que végétal. Les programmes montrent une égalité de traitement entre le végétal et l'animal.

Les « sciences » au cycle 3 (CM1, CM2 & 6ème)¹³

Le domaine des « sciences » préfigure une discipline qui vise une première représentation globale et rationnelle du monde dans lequel vit l'élève. La continuité et la progression vers le collège sont recherchées. Les savoirs s'organisent autour de thèmes pour poser des questions majeures en science, et répondre aux enjeux contemporains pour la société. Le premier thème « Matière, mouvement, énergie, information » permet de poser la question centrale de l'énergie et les liens avec la matière. Curieusement, seul l'être humain est cité comme être vivant ayant besoin d'énergie pour vivre ! Le second thème du « Vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent » est un prétexte pour étudier l'origine et le devenir de la matière organique sans lien avec la question cruciale de l'énergie. Nous identifions bien les choix curriculaires faits qui montrent une séparation des deux notions d'énergie et de matière, la valorisation de la nutrition étudiée comme un préalable aux besoins vitaux telle la reproduction. Alors que la définition de base de la nutrition des plantes avancée par Canal de Leon (1992) insiste sur le « flux d'énergie et de matière pour satisfaire les besoins vitaux ». Le dernier thème de « La planète terre, l'action humaine sur son environnement », aborde les interactions de l'homme et des autres êtres vivants animaux avec l'environnement et le peuplement des milieux. Dans ces nouveaux programmes par rapport aux anciens de la classe de 6^{ème}, le peuplement et les interactions sont vus du point de vue géologique et non plus biologique (par exemple la reproduction). L'entrée est celle de la géologie locale et du paysage. Dans les anciens programmes de la classe de 6^{ème}, l'entrée était celle de la biologie végétale, le peuplement concernait les modes de reproduction des végétaux et leur occupation de l'espace.

Pour résumer, les programmes de l'école primaire reflètent une vision fonctionnelle qui domine dans le traitement des plantes vertes (écologie fonctionnelle, cycles de la matière) au détriment d'une vision structurelle (étude et description des espèces, inventaire...). En plus, certains manuels scolaires comme le Magnard (Cycle 2, 2018) proposent une véritable familiarisation des élèves avec différentes espèces animales (22 espèces animales sont détaillées pour le CP/CE1), alors que l'approche du végétal est réalisée en appui sur une plante générique (seules 2 espèces végétales sont détaillées pour le CP/CE1). Ce traitement différencié renforce l'invisibilité des plantes pour les élèves. Or comme pour les animaux, nous

¹² Enfants âgés de 6 à 8 ans.

¹³ Enfants âgés de 9 à 11 ans.

pouvons trouver des plantes qui peuvent servir de modèles car elles sont faciles à étudier (petite taille, cycle de vie rapide, petit génome...). Ces plantes sont accessibles car se retrouvent dans la nature dans de nombreuses localisations et même dans nos jardins.

Les SVT au cycle 4 (classes de 5ème, 4ème et 3ème)¹⁴

Les SVT deviennent une discipline distinguée des enseignements de la physique et de la chimie, de la technologie assurés par deux enseignants différents. Dans le domaine du « Vivant et son évolution », les besoins du vivant ne sont plus considérés à l'échelle de l'organisme mais à celle de la cellule. La « photosynthèse » est abordée avec une mention pour les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage sans référence explicite à l'énergie.

Il ressort que du cycle 2 au cycle 4, les choix curriculaires qui sont faits montrent la séparation du traitement des questions de l'énergie et de la matière dès le cycle 2. Dans l'enseignement de la nutrition des végétaux, la mise en avant de la géologie locale pour expliquer les peuplements des milieux montre l'évolution du traitement des fonctions du vivant d'une vision dynamique, systémique et fonctionnelle au détriment d'une vision structurelle mettant au premier rang un organisme vivant. Si l'on compare ces choix curriculaires avec les missions de l'éducation scientifique au sens de Martinand (2000) : « familiarité avec des objets, des processus afin que les élèves puissent se construire une référence empirique commune », nous voyons bien que ce référent empirique ne peut tenir sur l'étude d'un ou de deux exemples de végétal. La perception de la diversité du monde naturel et végétal, la mise en ordre du vivant sont garanties selon Martinand d'une lecture compréhensive du monde. Or, cette lecture compréhensive selon nous relève autant d'une vision structurelle que d'une vision fonctionnelle du vivant.

Les contenus des programmes de biologie en Allemagne

Le collège unique n'existe pas en Allemagne. De plus, il n'y a pas de programme scolaire national. L'organisation de l'enseignement relève ainsi de la compétence des régions (Länder). Dans les seize Länder, on propose donc 16 programmes différents. Selon Delpy (2010), à la fin de l'école élémentaire, *Grundschule*, les élèves peuvent intégrer trois types d'écoles secondaires: « *- 'Hauptschule' où ils reçoivent une formation générale de base avant de se diriger vers l'apprentissage et la vie active ; - 'Realschule' où les élèves reçoivent un enseignement général plus exigeant permettant à certains de rejoindre un lycée et de faire ensuite des études supérieures ; - 'Gymnasium', le lycée, où les élèves passent l'équivalent du baccalauréat (« Abitur ») qui leur permet d'accéder à l'enseignement supérieur » (p. 88).*

¹⁴ Enfants âgés de 12 à 14 ans.

Nous allons comparer les contenus d'enseignement des deux pays, en retenant les contenus des programmes au collège (enseignement secondaire inférieur) qui sont déclinés pour les régions de Berlin et Brandenburg¹⁵ et concernant les classes 7 à 10 (5^{ème} à la seconde).

En appui sur les éléments de programmes fournis (voir note 12), nous pouvons identifier la matrice curriculaire en biologie de la classe de 5^{ème} à la classe de seconde. Il s'agit d'une biologie fonctionnelle et structurale des systèmes vivants. Ce choix curriculaire est expliqué par la forte évolution de la biologie qui nécessite un effort constant d'actualisation. Dans le même temps, il s'agit de prendre en compte les expériences de la vie individuelle, les problèmes sociaux et environnementaux et les innovations scientifiques (médecine, génie génétique, biologie environnementale) de manière appropriée pour une lecture compréhensive du monde.

Le détail du thème « Habitats et leurs habitants - interactions diverses » (voir annexe 1) montre des plantes et des animaux qui sont considérés au sein des écosystèmes. Des activités de type structurel sont proposées aux élèves comme l'identification des animaux et des végétaux, la réalisation d'un herbier. L'approche fonctionnelle et interactionniste en termes d'écosystème offre les possibilités de traiter la matière et l'énergie en tant que flux et souligne l'importance de la photosynthèse.

5. Propositions didactiques pour une approche culturelle des plantes

En partant de la priorité d'une formation pour tous qui ressort comme une nécessité pour notre société contemporaine, nous présentons dans ce qui suit les trois registres de problématisation curriculaire concernant la notion de nutrition des végétaux, particulièrement la photosynthèse.

5.1. Au niveau des missions

Avant toute chose, nous devons nous poser la question de la visée de l'enseignement de la photosynthèse, pour quel projet éducatif et social. Par exemple, devons-nous viser des apprentissages portant sur la physiologie des plantes ? Ou devons-nous viser des apprentissages mettant en lumière la dimension écologique ? Dans chacun des cas, les questions scientifiques et didactiques à travailler seront différentes (énergie, interactions entre êtres vivants...).

¹⁵ L'introduction du programme-cadre commun pour les classes 1 à 10 (CP à classe de seconde) dans les écoles de Berlin et de Brandebourg a eu lieu au cours de l'année scolaire 2017/2018. Nous remercions Agnieszka Jeziorski pour les éléments suivants de programme fournis ainsi que ceux de l'annexe 1. Trois concepts de base sont pris en compte en biologie : le **Concept de système** : qui considère les systèmes vivants (cellule, organisme, écosystème, biosphère) dans leur ensemble. Les systèmes ne sont pas rigides, mais évoluent et ont certaines relations structurelles et fonctionnelles. Le **Concept de structure et de fonction** : selon le concept de structure et de fonction, les relations entre les systèmes et les niveaux du système sont analysées et expliquées fonctionnellement. Souvent, les relations entre structure et fonction peuvent être décrites en termes de principes biologiques généraux (par exemple, le principe clefs-serrure, le principe de l'agrandissement de la surface). Le **Concept de développement** : les systèmes vivants évoluent. Ils sont caractérisés par le développement. Développement individuel et développement évolutif sont différenciés.

Le deuxième questionnement est en lien avec les élèves : pour qui, pourquoi faire ? Les apports des recherches didactiques constituent des repères en termes d'obstacles, de conceptions, d'attitudes... Giordan & de Vecchi (2010) font le point sur les obstacles à l'apprentissage de la photosynthèse dont l'origine est la conception erronée : « *les plantes se nourrissent du sol dans lequel elles trouvent tout ce dont elles ont besoin* ». Comme conséquence, les auteurs relèvent que plus de 60% des élèves ne font « pas de lien entre nutrition et photosynthèse » ; 75% des élèves ne font « pas de lien entre photosynthèse et questions énergétiques ».

Sur le plan des savoirs, cette **méconnaissance du fonctionnement** des plantes s'ajoute à **leur invisibilité** en tant qu'êtres vivants peuplant les écosystèmes. Les « plantes trouvent tout ce dont elles ont besoin au niveau du sol » signifie que la plante se nourrit *simplement* du sol sur lequel elle est enracinée. Mais sur le plan didactique, l'absence du lien entre nutrition et activité chlorophyllienne conduit à une méconnaissance du rôle du CO₂ (gaz), de la lumière et à une absence de liens entre matière et énergie. Or ce sont les savoirs de base sur la nutrition des plantes !

→ Une mission bien définie pour l'école moyenne serait de rendre visibles les plantes vertes. Nous visons une première familiarisation avec les plantes d'un point de vue structurel, puis une compréhension de quelques éléments de leur fonctionnement.

La problématique sous-jacente, celle de la nutrition des plantes, est le flux d'énergie ET de matière pour satisfaire les besoins vitaux. La question est alors de fixer l'enjeu de la « signification de la photosynthèse pour la plante et pour la planète » comme enjeu décisif pour faire travailler les élèves.

Au niveau des stratégies éducatives

Pour travailler autour de l'**enjeu de la signification de la photosynthèse**, nous devons définir des **activités pertinentes**. La contribution des divers enseignements au socle commun définit cinq domaines de compétences (langues, méthodes, formation du citoyen, systèmes naturels et techniques, représentation du monde et activité humaine).

Au cycle 4, le domaine des « systèmes naturels et techniques » permet de recourir à l'histoire des sciences : nous pouvons faire travailler les élèves sur les conditions historiques de l'émergence d'une connaissance sur la nutrition des plantes (théories de l'humus VS théorie du CO₂ minérale)¹⁶.

La nutrition des plantes n'est pas véritablement posée comme problème scientifique pour les élèves étant donné que celles-ci trouvent tout ce dont elles ont besoin au niveau du sol. Nous devons alors penser à des **activités « formatrices »**¹⁷ : les élèves ont un modèle intuitif non encore co-construit qui sert d'explication à la nutrition des plantes. Les activités « formatrices » permettent de remettre ce modèle en question par l'exploration de situations comme les cultures hydroponiques ; les plantes sans sol, cultures sur divers sols (avec fumier, engrais, humus ...), interactions des facteurs, rôle de l'humus, de l'engrais, du fumier ; activités de quantification (poids des végétaux), expériences des échanges gazeux au niveau de la

16 Nous citons pour l'essentiel deux sources : 1) J. Boulaïne. 1989. - Histoire des pédologues et de la science des sols. Paris. BMRA. 2) Grandeau L. 1879. - Chimie et physiologie appliquées à l'agriculture et à la sylviculture. Tome 1. La nutrition de la plante. Berger-Levrault et Cie, Paris.

17 Nous formulons respectivement les activités formatrices et élaboratrices en nous inspirant respectivement des deux registres de Martinand (1994) : registre de familiarisation pratique avec des objets et des phénomènes ; registre des élaborations de concepts, de modèles ou de théories.

feuille d'Elodée par exemple. D'autres **activités « élaboratrices »** sont également nécessaires : il s'agit de la conceptualisation de ce qui doit être maîtrisé du point de vue biologique (métabolisme, nutrition, sites de synthèse, entrées et sorties, bilans), mais aussi physique (énergie, gaz, lumière), chimique (réaction chimique, atome, molécule organique, minérale...). Nous avons ici un **formalisme par modélisation** des flux d'énergie. Ce formalisme doit être facilement manipulable pour organiser les nouvelles données ou pour produire de nouvelles structurations du savoir. Nous pouvons faire travailler les élèves sur un modèle global, à l'échelle de l'organisme, ou un modèle partiel sur relation nourriture/énergie.

5.2. Au niveau des élaborations didactiques

A ce niveau nous définissons la matrice curriculaire, le type curriculaire pertinent. Nous avons signalé le BSCS Biological Sciences Curriculum Study, programme d'enseignement culturel. Nous avons également examiné le socle commun français. Si nous récapitulons l'analyse curriculaire faite ci-dessus concernant l'école primaire et le collège, nous pouvons éclairer la structure du curriculum sur les six années de l'école primaire et les trois années du collège. Nous pouvons alors présenter la constitution d'une « matrice de la discipline » ainsi que les grands enjeux didactiques.

- Du CP au CM2 : un domaine de questionnement du monde du vivant, de la matière et des objets avec la réalisation de petits écosystèmes, la mise en œuvre de dispositifs simples, la réalisation de montage et de maquettes.

- Du CM1 à la 6^{ème} : un domaine des sciences et de technologie où matière, énergie sont liées au mouvement et à l'information et relève d'un enseignement de type science physique avec observation du mouvement, mise en œuvre de dispositifs expérimentaux analysés sous leur aspect énergétique (éolienne, circuit électrique, moulin à eau...). L'étude du vivant porte sur sa diversité et ses fonctions par l'observation d'élevage et de culture, les productions des êtres vivants, la place et rôle des végétaux chlorophylliens dans l'environnement, la matière organique et les matériaux de construction ou médicaments.

- Au collège : une discipline SVT où l'étude du vivant s'inscrit dans une vision évolutionniste. Les cultures deviennent celles des cellules et des organismes modifiés génétiquement.

Pour récapituler, la structure du curriculum ci-dessus montre que l'étude du vivant privilégie vers les premiers niveaux scolaires l'échelle d'un organisme appréhendé au sein d'un écosystème simple, puis celui-ci s'accompagne d'une étude microscopique vers le collège. Or les repères de progressivité listés dans les programmes soulignent que le niveau de l'organisme (en ce qui concerne la nutrition) est acquis avant le C4. Les niveaux de l'organe et de la cellule seront à acquérir durant le C4. Il ressort un apprentissage de l'organisme inégalement assuré par rapport à ceux liés à l'organe et à la cellule. En plus la minoration de l'approche structurelle qui permet une familiarisation des élèves avec des organismes contribue à déconnecter l'étude des mécanismes de la réalité de l'organisme ayant une histoire.

L'approche évolutionniste peut venir au renfort d'une approche historique (voir note 16). En effet l'argument décisif des tenants de la théorie minérale (ex., Ingen-Housz, Senebier, de Saussure) contre ceux qui défendent une théorie de l'humus (Thaer, Hassenfratz) est la non capacité de l'humus à nourrir des grands arbres au long des siècles. Robert & Roland (1989)

nous éclairent de point de vue évolutionniste sur ces éléments. Ils nous apprennent que l'approche évolutionniste du vivant retrace une « tendance animale qui a sélectionné des individus à vie de relation active et perfectionnée, mais ceci aux dépens de l'autonomie nutritive » et la « tendance végétale qui, inversement a privilégié l'indépendance nutritive (autotrophie avec besoin seulement de molécules simples, H₂O, CO₂, grâce à l'utilisation et la transformation de l'énergie lumineuse) ». Pour les végétaux, la photosynthèse apparaît comme une nécessité. En effet, « elle introduit une contrainte pour être efficace : réaliser le maximum de surface pour capter l'énergie solaire, tant à l'intérieur même des plastes qu'au niveau de la cellule ou de l'organisme pluricellulaire ou des populations. L'évolution végétale apparaît donc globalement comme une stratégie d'exploration et d'occupation de l'espace » (Robert & Roland, 1989). Il s'agit de la logique du végétal selon les auteurs, une logique qui sans tomber dans le finalisme est recherchée en termes de stratégie fonctionnelle et d'adaptation où la connaissance des structures propres qui appartiennent aux plantes sont indissociablement liées et intégrées du plus petit niveau jusqu'au niveau de l'organisme.

6. Conclusion

Dans cet article, nous nous sommes intéressée à l'enseignement des plantes. Plus que jamais, les végétaux en tant que producteurs primaires sont la base d'un enseignement qui allie des savoirs divers et des problématiques contemporaines en lien avec l'alimentation et l'environnement. Nous avons porté la focale sur les difficultés qui se posent en termes de manque d'intérêt de la part des élèves ou les pratiques éducatives qui minorent l'importance des plantes. L'enjeu est de définir un enseignement culturel. L'enquête ROSE a montré d'abord qu'en ce qui concerne le choix de thèmes d'étude en lien avec les végétaux, les scores obtenus sont similaires chez les filles et les garçons. De même, la familiarisation (à travers notamment des expériences extrascolaires) avec les végétaux est insuffisante dans les systèmes éducatifs des deux pays. Ceci est dommageable d'autant plus que l'analyse des programmes scolaires Français, par contraste avec les programmes Allemands, montre une vision fonctionnelle qui seule se révèle insuffisante pour permettre aux élèves de se construire une référence empirique commune. Choissant l'enjeu de la signification de la photosynthèse pour faire des propositions en termes d'enseignement culturel, nous avons défini deux types d'activités. Des activités formatrices qui permettent le contact avec l'objet végétal par l'exploration d'innovations en termes de cultures végétales, par la réalisation d'activités de quantification ou d'expérimentation. Les activités élaboratrices permettent la conceptualisation par modélisation des flux d'énergie. La dimension culturelle d'un tel enseignement nécessite la compréhension des principes organisateurs du monde végétal où la photosynthèse apparaît comme une nécessité.

Références

- Aikenhead, G.S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
- APG (2009). The Angiosperm Phylogeny Website, Version 12. Online access: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- Apple, M.W. (1992). Do the standards go far enough? Power, policy, and practice in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(5), 412-431.
- Bebbington, A. (2005). The ability of A-level students to name plants. *Journal of Biological Education*, 39(2), 63–67.
- Bodeveix, J.P. (2016). *Entre classifications fonctionnelle et phyllogénétique : le groupe des végétaux*. Thèse de doctorat. Paris 7.
- Boyer. C. (2000). Conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction des végétaux, *Aster*, 31, 149-171.
- Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (1993). *Developing biological literacy*. BSCS, Colorado Springs, Colorado, USA.
- Cañal de León, P. (1992). Quel enseignement sur la nutrition des plantes en éducation « de base » ? Proposition didactique. *Aster*, 15, 7-32.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2011). *Biology*. San Francisco: Pearson
- Collins, A. (1998). National science education standards: A political document. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (7), 711-727.
- Dehart Hurd, P. (1997). Scientific literacy: news minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Delpy, F. (2010). Allemagne : la réforme de la formation initiale des enseignants. *Revue spirale*, 46, 87-96.
- Elster, D. (2007). Student interests—the German and Austrian ROSE survey. *Journal of Biological Education*, 42(1), 5–10.
- Fensham, P. (2002). De nouveaux guides pour l’alphabétisation scientifique. *Revue canadienne de l’enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2, 133-150.
- Flannery, M. C. (2002). Do Plants Have to Be Intelligent? *The American Biology Teacher*, 64(8), 628–633.
- Giordan, A. & de Vecchi, G. (2010). *Aux origines du savoir. La méthode pour apprendre*. Editions Ovidia.
- Hammann, M. (2011). Wie groß ist das Interesse von Schülern an Heilpflanzen? *Zeitschrift für Phytotherapie*, 32(01), 15–19.
- Jenkins. E. & Pell, G. (2006). The relevance of science Education project (ROSE) in England: a summary of findings.
- Jenkins, E. (2006). The student voice and school science education. *Studies in Science Education*, 42, 49–88.
- Kalali, F. (1997). *Etude et analyse des stratégies de motivation dans l’enseignement et la vulgarisation de la biologie*. Thèse de 3e cycle. Paris : Université Paris Diderot.
- Kalali, F. (2010). *L’enquête ROSE en France. Analyse statistique des populations scolaires Paris et Créteil*. Rapport de recherche.
- Kalali, F. (2017). How French Students Meet the Environmental Challenges? *International journal of environmental & science education*, 12 (10), pp. 2327-2346

- Kattmann, U. (2000). Lern motivation und Interesse im Biologieunterricht. *Lehren und Lernen im Biologieunterricht*, 13–31
- Krapp, A. (2000). Interest and human development during Adolescence: An Educational Psychological Approach. In *Motivational psychology of human development: Developing motivation and motivating development* (p. 109). The Netherlands: North Holland
- Kelly, G. (2007). Discourse in science classrooms. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science teaching* (pp.443-470). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lebeaume, J. (2000), *L'éducation technologique : histoire et méthodes*. Paris : ESF.
- Lebeaume, J. et Martinand, J.-L. (coord.,1998), *Enseigner la technologie au collège*. Paris : Hachette.
- Lindemann-Matthies, P. (2005). "Loveable" mammals and "lifeless" plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature? *International Journal of Science Education*, 27, 655-677
- Löwe, B. (1987). Interessenverfall im Biologieunterricht. *Unterricht Biologie*, 124, 62–65.
- Marbach, G. (2004). Expectations and difficulties of first year college students in biology. *Journal of College Science Teaching*, 33(5): 18 – 20 and 22-23.
- Martinand, J.-L. (1994). Enseignement des sciences ou éducation scientifiques : quels programmes pour les sciences expérimentales ? In C. Demonque (coord), *Qu'est-ce qu'un programme d'enseignement ?* (109-120) Paris : Hachette.
- Martinand, J.-L. (2000). Missions de l'éducation scientifique et technique. *Revue international de Sèvre*, 25, 9-12.
- Martinand, J.-L. (2006). Eléments de problématique pour l'éducation scientifique des citoyens aujourd'hui. Conférence présentée au congrès de didactique des sciences de Grenade.
- Osborne, M.D., & Calabrese-Barton, A. (2000). Science for all Americans? Critiquing science education reform. In C. Cornbleth (Ed.), *Curriculum politics, policy, practice: Cases in comparative context* (pp. 49-75). Albany, NY: State University of New York Press.
- Pany, P. (2014). Students' interest in useful plants: a potential key to counteract plant blindness. *Plant science bulletin*, 6(1), 18-27.
- Pestre, D. (2003). *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*. Inra Editions.
- Pintrich, P.R., Marx, R.W., & Boyle, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-200.
- Pollan, M. (2001). *The botany of desire*. Random House. New York: USA.
- Quinte, J. (2016). Transposition didactique des compétences clés aux conceptions d'élèves en France et en Allemagne. A l'exemple du cycle d vie des plantes à fleurs. *Bildungsforschung*. (Revue en ligne)
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S.K. Abell & N.G. Lederman, (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Robert, D. & Roland, J.-C. (1989). *Biologie Végétale. Caractéristiques et stratégies évolutives des plantes. Tome 1 (organisation cellulaire)*. Paris : Doin.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The relevance of science education) – a comparative study of students' views of science and science education. Oslo, Dept. of teacher education and school development, University of Oslo. <https://roseproject.no/key-documents/key-docs/ad0404-sowing-rose.pdf>
- Schussler, E. & Winslow, J. (2007). Drawing on students' knowledge. *Science and Children*, 44(5), 40–44.

- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2011). A Comparative View on Adolescents' Attitudes towards Science. In M.W. Bauer, R. Shukla & N. Allum (Eds.), *The culture of science – How the public relates to science across the globe* (pp.200–214). New York: Routledge.
- Stagg, P., Stanley, J. & Leisten, R. (2004). *Life Study: Biology A level in the 21st Century*. (Full report available at https://wellcome.ac.uk/sites/default/files/wtd003437_0.pdf)
- Sundberg, M.-D. (2004). Where is botany going? *Bulletin Science Plant*, 50(1), 2-7.
- Thélot, C. (2004). *Pour la réussite de tous les élèves, Rapport de la commission du débat national sur l'avenir de l'école*, Paris : Documentation française.
- Unesco. (2014). *Quels botanistes pour le 21e siècle ? Métiers, enjeux et opportunités. Actes de la conférence internationale*. Paris.
- Uno, G. E. (1994). The state of pre-college botanical education. *American Biology Teacher* 56: 263 – 266.
- Uno, G.E. (2009). Botanical literacy: How and what students should learn about plants? *American Journal of Botany*, 96, 1753-1759
- Uno, G. E. (2007). The struggle for botany majors. *Plant Science Bulletin*, 53, 102 – 103.
- Wandersee, J.H. & Schussler, E.E. (1999). Preventing plant blindness. *American Biology Teacher*, 61, 82-86
- Wandersee, J.H. and Schussler, E.E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47, 2-9

Annexe 1: Détail du thème « Habitats et leurs habitants - interactions diverses » pour les classes 7/8 (5^{ème} & 4^{ème})

Contenu:

- Schéma d'un écosystème
- Interactions dans l'écosystème
- Importance des écosystèmes pour l'homme

Expériences:

- Identification de plantes et d'animaux
- Création d'une collection de plantes
- Observation d'animaux
- Stage de terrain

Références aux concepts de base:

Développement:

- Ecosystème et le changement des saisons
- Changements des écosystèmes à long terme
- Changements dans les écosystèmes dus à l'intervention humaine

Système:

- Espèces caractéristiques d'un écosystème et leur importance dans la structure globale
- Chaînes et réseaux alimentaires
- Importance des facteurs environnementaux pour un écosystème
- Connexions de l'organisme, de la population et de l'écosystème
- Importance de la photosynthèse
- Flux de matière et d'énergie dans un écosystème
- Flux d'énergie entre les niveaux trophiques
- Cycles de la matière dans un écosystème
- Protéger l'environnement et répondre aux besoins fondamentaux de tous les êtres vivants et des générations futures en tant que caractéristiques du développement durable

Contextes possibles:

- Les vers de terre améliorent le sol
- Un insecte comme animal de compagnie
- Cloportes - crabes terrestres

Notions:

- Facteurs environnementaux biotiques et abiotiques
- Photosynthèse
- Symbiose, parasitisme, concurrence
- Producteurs, consommateurs, destructeurs
- Chaîne alimentaire / réseau trophique
- Ecosystème
- Cycle de la matière
- Durabilité et protection de l'environnement

Exemples d'options de différenciation:

- Étude de divers écosystèmes complexes (fissure de la chaussée, haies ou étangs)
- Évaluation des influences anthropiques sous différents aspects de la durabilité (social, économique et / ou écologique)
- Représentation des cycles de la matière à l'aide d'équations de mots ou d'équations de réaction