

## Journée LDAR-SPHERE du 25 janvier 2016

### Résumés des deux thèses en discussion

**Robin BOSDEVEIX**

**"Le concept de végétal dans la formation des enseignants de sciences de la vie et de la Terre : approches didactique, épistémologique et historique"**

Co-direction : Yann LHOSTE (MCF HDR Didactique des SVT - Université de Bordeaux / ESPE d'Aquitaine, EA 4140 E3D- LACES) et Stéphane SCHMITT (DR CNRS Histoire des sciences - UMR 7219 SPHERE).

Les végétaux ont une importance sociétale majeure. Omniprésents dans notre vie quotidienne, les végétaux façonnent notre environnement, représentent une part importante de notre alimentation, de notre pharmacie, servent à nos constructions, nos textiles et constituent une ressource énergétique essentielle. Les sciences du végétal, traditionnellement nommées la botanique, constituent un vaste champ de recherche éclaté aujourd'hui en de nombreuses disciplines biologiques. Dans l'enseignement, les végétaux occupent une place conséquente dans le curriculum de l'école primaire à l'université.

Mais derrière un terme en apparence très commun dans son usage quotidien, le concept de végétal est scientifiquement bien plus complexe. En effet, le terme « végétal » est utilisé pour nommer un groupe d'êtres vivants partageant certaines ressemblances permettant de les regrouper. Il sert également d'adjectif pour spécifier de manière réductionniste un modèle d'étude (e.g. cellule végétale). Selon les situations, le qualificatif « végétal » est mobilisé avec un degré d'extension très variable et signale souvent une opposition au terme « animal » ou bien une réduction aux seules plantes terrestres.

Rassembler des organismes au sein d'un même groupe, comme celui des « végétaux », implique de construire une classification du vivant ou bien mobiliser une classification existante (Orange-Ravachol, 2007). Les ressemblances prises en compte peuvent être de nature fonctionnelle ou phylogénétique. Les classifications fonctionnelles et phylogénétiques sont liées aux deux dimensions distinctes et cependant complémentaires de la biologie (Mayr, 1998), qui est à la fois une science fonctionnaliste et une science historique. Sur un plan fonctionnel, les végétaux peuvent être définis comme les organismes autotrophes réalisant la photosynthèse oxygénique. Ils constituent alors les producteurs primaires à la base de la plupart des réseaux trophiques au sein des écosystèmes. Définis ainsi de manière écologique, les végétaux incluent les cyanobactéries et l'ensemble des eucaryotes chlorophylliens. Sur un plan phylogénétique, les végétaux définis fonctionnellement constituent un groupe polyphylétique. En effet, la photosynthèse, réalisée par les plastes chez les Eucaryotes, est convergente (Keeling, 2013 ; Palmer, Soltis, & Chase, 2004). Aussi, les végétaux n'existent plus en systématique aujourd'hui, à moins de les limiter à une seule lignée monophylétique. Il peut s'agir des Archaeplastida (ou lignée verte), ayant acquis un plaste à deux membranes par endosymbiose primaire ou bien d'un groupe plus restreint, tels que les Chlorobiontes (possédant de la chlorophylle a et b) ou encore les Embryophytes (possédant un embryon se nourrissant à partir de l'organisme maternel). Il est donc nécessaire de s'entendre sur ce que l'on appelle « végétaux » (Lecointre, 2010). Les végétaux peuvent donc être définis de manière multiple selon le type de classification envisagée (fonctionnelle ou phylogénétique).

Force est de constater la rectification historique majeure de ce concept depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle au cours duquel Linné (1735) a défini trois règnes de la nature parmi lesquels les végétaux (*Plantae*) formaient l'un des deux règnes du vivant, pensés dans un contexte fixiste. Durant les deux derniers siècles, le groupe des végétaux a été très fortement rectifié par le développement de la biologie moderne, marquée notamment par l'essor de la théorie cellulaire et de la théorie de l'évolution. Le

questionnement relatif à la place des micro-organismes a contribué à la remise en cause de la vision duale du monde vivant (Sapp, 2009). Le développement de la cladistique (Hennig, 1965) et l'utilisation de méthodes moléculaires sont responsables d'une profonde révolution de la systématique. L'évolution du nombre de règnes de l'arbre du vivant (Scamardella, 1999) a profondément bouleversé la nature systématique du groupe des végétaux, les espèces qu'il englobe et leurs caractères communs.

L'étude des végétaux apparaît donc comme doublement féconde sur un plan didactique en raison de sa multiplicité d'acceptions et de sa profonde rectification historique. En effet, pris entre classifications fonctionnelle et phylogénétique, comprendre les différents sens utilisés pour le concept de végétal implique de percevoir la nature des problèmes biologiques que cherche à résoudre chaque type de classification. Une recherche didactique centrée sur le groupe des végétaux permet donc d'étudier les raisonnements des étudiants liés aux classifications biologiques (fonctionnelle et phylogénétique) et leurs logiques propres. Elle permet également d'accéder à la représentation que construisent les étudiants concernant la nature de la science (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), principalement la dimension construite et le caractère provisoire des savoirs scientifiques, le lien au problème des savoirs scientifiques, les conditions de possibilités techniques et théoriques de l'évolution des idées mais aussi la mise en jeu de valeurs, d'idéologies dans l'activité scientifique.

Nous nous intéressons aux étudiants en fin de deuxième cycle universitaire (master) préparant le concours de recrutement de professeurs de *sciences de la vie et de la Terre* (CAPES SVT), qui auront à enseigner différents aspects relatifs au concept de végétal en collège et lycée. Notre recherche s'inscrit donc dans le champ de la didactique universitaire, peu explorée en France. Le public sur lequel porte notre enquête est relativement homogène puisque le concours national possède un programme qui est un facteur d'uniformisation des contenus de biologie étudiés, au moins durant l'année de master où est effectuée la préparation du concours.

La thèse mobilise le cadre méthodologique proposé dans le champ de la didactique de la physique par C. de Hosson, qu'elle nomme « reconstruction didactique » basée sur des matériaux historiques (de Hosson, 2011 ; de Hosson & Décamp, 2013). Il s'agit d'établir une « dialectique de nature épistémologique » entre deux enquêtes, de nature didactique et historique (de Hosson & Schneeberger, 2011, p. 3, citant Dorier, 2006, p. 29).

Notre recherche comprend donc trois enquêtes complémentaires :

**1. Une enquête didactique visant à caractériser les conceptions des étudiants concernant les végétaux à l'échelle nationale** (n=333, 26 universités). Il s'agit d'une recherche de régularités (Astolfi, 1993) dans les raisonnements classificatoires mis en œuvre par les étudiants. Le recueil de données est basé sur un questionnaire « papier-crayon » plaçant les étudiants dans plusieurs situations de classifications afin de dégager les cohérences de réponses. L'analyse des données croise une étude supervisée basée sur des catégories conceptuelles définies grâce à une *analyse a priori* et une analyse statistique non supervisée (classification hiérarchique et analyse des correspondances multiples).

**2. Une enquête historique visant à rendre compte de l'évolution du groupe des végétaux au niveau systématique durant les XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles.** L'histoire des sciences permet d'accéder aux raisons qui ont conduit à la rectification des végétaux et aux problèmes auxquels les scientifiques se sont affrontés lors de la construction des systèmes classificatoires successifs. Ce travail doit également permettre de dégager les obstacles épistémologiques (Bachelard 1938/1993) liés aux constructions de ce concept. Le repérage de problèmes féconds de nature historique nourrira l'enquête didactique.

**3. Une expérimentation de type reconstruction didactique fondée sur des matériaux historiques issus de l'enquête précédente.** De Hosson (2011, p. 34) définit une reconstruction didactique « *comme une séquence d'enseignement conçue sur la base d'informations historiques explicites et se donnant pour but l'apprentissage d'un concept ou d'une loi physique* ». À la différence

des travaux de C. de Hosson, notre reconstruction didactique prend appui sur plusieurs articles de littérature scientifique primaire que les étudiants ont à analyser. Les articles choisis doivent rendre visibles les controverses entre auteurs, donnant à voir les problèmes scientifiques travaillés et l'argumentation scientifique. Ce choix s'ancre dans un courant de recherche nommé « Primary Scientific Litterature » ou PSL (e.g. Koeneman, Goedhart, & Ossevoort, 2013), mettant en avant l'authenticité de la situation d'enseignement par rapport à la recherche scientifique. Cette enquête didactique vise à « explorer le champ didactique en y créant des phénomènes de façon à mieux comprendre le fonctionnement des apprentissages » (Orange, 2010, p. 2). La séquence comprend un débat scientifique entre les étudiants. L'analyse de l'argumentation des étudiants (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008) doit permettre de mieux comprendre les raisonnements convoqués par les étudiants dans le cadre des classifications biologiques et d'identifier la mise en jeu éventuelle d'obstacles entravant le processus de problématisation (Fabre & Orange, 1997; Lhoste, 2008 ; Lhoste & Peterfalvi, 2009). Un autre objectif de cette troisième enquête est de déterminer des possibles didactiques et d'analyser certains choix didactiques de la reconstruction didactique. Enfin, la séquence se termine par une séance de concept-mapping (Novak, 1990) durant laquelle les étudiants doivent réaliser une carte conceptuelle par binôme, faisant le bilan de la séquence en utilisant le logiciel CmapTools (Novak & Cañas, 2008). Cette étude poursuivra également un autre objectif, d'ordre méthodologique. En effet, si le débat scientifique est un dispositif très utilisé par les recherches étudiant le processus de problématisation et l'argumentation scientifique, nous souhaitons déterminer quelle est l'efficacité du concept-mapping comme outil de recherche didactique pour analyser l'argumentation et le processus de problématisation et quelles en sont les limites. Cela implique de se focaliser sur le processus de construction des cartes conceptuelles, ce que nous permet l'enregistrement audio des échanges oraux au sein de chaque binôme ainsi que la capture du bureau de l'ordinateur (screencast).

\* \_ \* \_ \*

## **Katalin GOSZTONYI**

### ***Traditions et réformes de l'enseignement des mathématiques à l'époque des « mathématiques modernes » : le cas de la Hongrie et de la France***

Co-direction de Alain KUZNIAK (LDAR, Paris Diderot) et József Kosztolányi (Institut Bolyai, Université de Szeged, Hongrie).

Thèse soutenue le 11/12/2015.

Malgré la valeur et la pertinence que la communauté hongroise de l'enseignement des mathématiques lui accorde, la réforme hongroise mise en place par Tamás Varga et ses collègues dans les années 1960 et 1970 a été très peu étudiée jusqu'ici. La même chose peut être dite de façon plus générale sur la tradition d'enseignement dans laquelle cette réforme s'inscrit : elle est réputée en Hongrie et au niveau international en tant que « typiquement hongroise », centrée sur les démarches d'investigation, et visant à « faire découvrir des mathématiques » aux élèves à travers la résolution des problèmes ; mais il manque des analyses historiques et didactiques détaillées. Un des objectifs principaux de ma recherche est d'essayer de contribuer à la caractérisation de cette tradition.

Dans ma thèse, je compare la réforme de Varga à la réforme française dite des « mathématiques modernes ». Après l'étude de leur contexte historique et de leur arrière-plan épistémologique, je caractérise les réformes à l'aide de divers outils théoriques de la didactique : la structure et le contenu de leur programme à l'aide de l'approche écologique et la notion de paradigmes, les pratiques pédagogiques envisagées par les concepteurs des réformes à l'aide de la Théorie des Situations Didactiques.

L'analyse des deux réformes révèle quelques points communs pouvant découler des échanges internationaux de l'époque, mais montre également des différences importantes. Je propose d'interpréter les deux réformes comme les réalisations, chaque fois particulièrement cohérentes, de deux épistémologies mathématiques différentes : « bourbakiste » dans le cas français et « heuristique » dans le cas hongrois, proche des conceptions de Pólya et de Lakatos. La comparaison des projets d'enseignement de Brousseau, dans les années 1970, et de Varga en utilisant les termes de la TSD contribue à une meilleure caractérisation de la conception d'enseignement de Varga, mais amène aussi à poser des questions sur la transmissibilité des théories didactiques d'un contexte à l'autre.