

DES RECHERCHES EN DIDACTIQUE DE LA BIOLOGIE : FINALITÉS, PROBLÉMATIQUES, CONCEPTS ET PRODUCTIONS (1988-1998)

Maryline Coquidé-Cantor
Cécile Vander Borgh

Cet article propose un bilan de recherches, principalement francophones, en didactique de la biologie-géologie, réalisées au cours de ces dix dernières années. Une articulation entre différentes finalités de l'enseignement/apprentissage de la biologie avec différentes problématiques de recherches didactiques est avancée. Les principaux objets de recherche et outils intellectuels utilisés sont présentés.

Ce bilan de recherches, principalement francophones, en didactique de la biologie-géologie n'aspire pas à l'exhaustivité. Il tente d'établir des orientations et des apports essentiels de la recherche en didactique de la biologie (au sens large) de la dernière décennie, avec pour perspective de représenter une grille de lecture et de contribuer à structurer le champ (1).

Ce texte se présente en quatre parties.

- Dans une première partie, nous aborderons le problème des recherches des finalités, que celles-ci soient conséquentes des finalités de l'enseignement et des apprentissages scientifiques ou qu'elles soient propres aux recherches elles-mêmes.
- Nous considérerons, ensuite, les objets de recherche.
- Nous aborderons les objets d'étude et les outils intellectuels utilisés en recherche.
- Nous tenterons enfin d'ouvrir le débat.

1. ARTICULATION ENTRE DES FINALITÉS ET DES PROBLÉMATIQUES DE RECHERCHES EN DIDACTIQUE DE LA BIOLOGIE

Par les domaines qu'elle étudie — le vivant, l'être humain, l'origine de la vie, les écosystèmes — la biologie est facilement

(1) La liste des thèses et des mémoires de fin d'études a été établie en contactant différents responsables de formation doctorale en France et en Belgique. Nous l'espérons la plus complète possible. D'autres travaux – dans d'autres didactiques, en histoire des sciences, en psychologie, en linguistique... – pourraient mobiliser le didacticien de la biologie. Ne sont recensés ici que ceux présentant, au moins en partie, des questions de recherche de didactique de la biologie (au sens large). Si vous avez des remarques, questions, suggestions, veuillez les faire parvenir à l'une ou l'autre d'entre nous : Maryline.Coquide@univ-rouen.fr ; vanderborgh@bani.ucl.ac.be –

enjeux sociaux
de
l'apprentissage
de la biologie

utilisée par les idéologies mais aussi à l'origine de certaines d'entre elles. La recherche en didactique de la biologie-géologie affiche un souci des enjeux sociaux concernant les enseignements et les apprentissages (Host, 1991, 1995 ; Giordan, 1989). C'est, sans doute, une des raisons pour lesquelles elle s'intéresse à la fois à l'enseignement et à la culture scientifique.

Une réflexion sur les finalités de l'enseignement et des apprentissages scientifiques mais aussi sur celles des recherches en didactique de la biologie constitue une constante chez plusieurs d'entre nous (2). Pour certains, les différentes finalités repérées sont conflictuelles, pour d'autres elles peuvent se compléter, tout en argumentant de la nécessité d'une clarification et de tolérance. Nous voudrions, dans les lignes qui suivent, relier les finalités de l'enseignement/apprentissage de la biologie à un certain nombre de recherches réalisées.

1.1. Finalités de l'enseignement/apprentissage de la biologie

C'est à partir de "discours affichés" d'enseignement et de vulgarisation (orientation de programmes, réflexions sur l'enseignement et sur la formation...) que nous avons identifié différentes finalités d'enseignement-apprentissage de la biologie, mais il y a aussi les discours implicites ou volontairement masqués :

différentes
finalités
d'enseignement
explicites ou
implicites...

- finalités utilitaires, centrées sur l'acquisition de comportements observables,
- finalités démocratiques, basées sur l'exercice d'une rationalité critique et le développement de compétences,
- finalités éthiques, axées sur l'engagement au service de valeurs.

Dans la vulgarisation scientifique, des finalités esthétiques apparaissent également fréquemment (Raichvarg, 1993). D'autres finalités, telle "la science pour la science", peuvent apparaître dans les discours et l'enseignement ; nous n'avons pas trouvé de recherches en didactique les retenant.

...nécessité
de clarifier
ces finalités

Nous pensons qu'il est important de clarifier ces finalités, sur un exemple, car elles influenceront la façon de poser les questions de recherche. Ainsi, quand on aborde la question de la culture des cellules *in vitro* au lycée, les discours peuvent présenter différentes finalités :

- finalités démocratiques : par exemple lorsque les auteurs mettent en avant, pour l'enseignement, la culture *in vitro* comme une pratique sociale de référence (PSR) ; une question de recherche en didactique pourrait être "comment utiliser la PSR de la culture *in vitro*, en situation de classe, pour favoriser la conceptualisation de la différenciation cellulaire des organismes vivants ?"

(2) Voir notamment à ce sujet les travaux de G. Aikenhaid, J. Désautels, G. Fourez, A. Giordan, M. Larochele, J.-L. Martinand, G. Rumelhard, J. Solomon.

- finalités utilitaires : par exemple aborder l'apprentissage de la culture *in vitro* comme celui d'un ensemble de procédures normatives ; une question de recherche en didactique pourrait être "quels référentiels construire pour valider une formation de technicien horticole ?"
- finalités éthiques : par exemple lorsque les auteurs abordent, dans leur questionnement relatif à l'enseignement ou à la formation, les enjeux de la culture *in vitro*.

Il peut, cependant, y avoir une distorsion entre un affichage de finalités et les questions de recherche effectives. Par exemple, lorsqu'on met en avant un questionnement éthique relatif à l'éducation à l'environnement et que la recherche porte essentiellement sur des contenus écologiques.

Les finalités ne sont cependant pas toujours explicitées dans les recherches et il faut se méfier des interprétations. Il nous apparaît, cependant, que les différentes études présentées ci-dessous, à titre d'exemple, développent des problématiques contrastées que l'on pourrait mettre en relation avec leurs finalités.

• **Finalités utilitaires**

Une finalité de l'enseignement de la biologie de type utilitaire doit se donner des priorités. Elle peut, par exemple, ne s'intéresser qu'à la dimension d'utilité sociale de savoirs comme, par exemple, l'apprentissage de règles d'hygiène. Dans le domaine de la formation professionnelle — des professions agricoles, de la biotechnologie ou des professions de la santé, par exemple — elle ne s'intéresse qu'à l'acquisition de comportements. Les recherches en didactique en relation avec cette finalité d'enseignement se donnent alors comme priorité de remédier aux difficultés ou d'améliorer le rendement par l'efficacité de l'enseignement ou de la formation. Les finalités utilitaires et plus largement toutes finalités opératoires sont fréquemment mises en avant dans la formation professionnelle (Bazile, 1994).

efficacité de
l'enseignement

• **Finalités démocratiques**

Une autre finalité de l'enseignement de la biologie relie culture scientifique et citoyenneté. Elle se trouve, par exemple, dans la construction attentive de la rationalité du futur citoyen et dans l'exercice de son esprit critique : il s'agit de faire en sorte qu'enseigner des savoirs biologiques ne revienne pas à inculquer une croyance. La recherche en didactique en relation avec cette finalité se donne alors comme priorité la valeur de vérité (Rumelhard, 1992) et la scientificité des savoirs scolaires.

scientificité des
savoirs scolaires
et éducation
scientifique

Il peut également s'agir de développer des compétences — relatives par exemple à la socialisation, à l'autonomie et à la responsabilité. La recherche en didactique relative à cette finalité se donne alors comme priorité de favoriser l'éducation : l'éducation scientifique, et certains points de vue (mais

pas tous, certaines finalités pouvant être utilitaires selon le contexte social, ...) dans l'éducation à la santé ou l'éducation à l'environnement.

• **Finalités éthiques**

explicitation
de valeurs

Lorsque l'on aborde l'enseignement/apprentissage de la biologie, on ne peut esquiver les problèmes éthiques. Dans cette perspective, la recherche en didactique se tourne alors vers l'explicitation des valeurs (Mathy, 1997).

1.2. Perspectives des recherches en didactique de la biologie

différentes
finalités de
recherches
didactiques

Remarquons que les recherches développées autour de différentes finalités présentent des points de vue différents (Coquidé, à paraître) :

- une perspective analytique et critique,
- une perspective technique et propositionnelle.

• **Perspective analytique et critique de la recherche en didactique**

Cette perspective polémique se caractérise par la vigilance. Il s'agit de décrire, d'analyser, afin d'éviter tout dogmatisme dans l'enseignement de la biologie.

• **Perspective technique et propositionnelle de la recherche en didactique**

À cette première perspective de recherches en didactique, s'articule, ou non, une perspective d'intervention didactique argumentée. Il s'agit de connaître pour aider à prendre des décisions : pour mettre en place des situations d'apprentissage ou pour argumenter lors du renouvellement d'un curriculum, par exemple.

1.3. Articulation finalités/perspectives

Dans un contexte de finalités utilitaires d'enseignement et d'apprentissage, on peut considérer qu'enquêter sur la réception du nouveau curriculum en Angleterre (Jenkins, 1995) correspond à un point de vue plutôt analytique et critique, tandis qu'évaluer l'impact d'un produit de culture scientifique (Guichard, 1995) présente une perspective d'intervention didactique argumentée.

Avec des finalités démocratiques d'enseignement et d'apprentissage, les études qui cherchent à identifier des obstacles — dans les contenus d'enseignement (Rumelhard, 1986) ou dans des aides didactiques ou des produits de culture scientifique (Clément, 1994 ; Giordan *et al.*, 1994) — ou bien encore celles qui visent à analyser le dogmatisme — dans le discours de l'enseignant (Désautels *et al.*, 1993 ; Favre,

1993) — correspondent plutôt à une perspective critique de la didactique. Les recherches qui établissent des innovations contrôlées pour analyser des possibilités d'intervention didactique (nombreuses recherches coopératives équipe INRP) ont, de leur côté, plutôt une perspective d'intervention didactique argumentée.

Finalités, perspectives et problématiques des recherches en didactique de la biologie

<i>Finalités de l'enseignement/apprentissage de la biologie</i>	<i>Problématiques des recherches</i>
utilitaires démocratiques éthiques	efficacité de l'enseignement ou de la formation scientificité des savoirs scolaires éducation explicitation des valeurs
<i>Perspectives de la recherche en didactique</i>	<i>Problématiques</i>
analytique et critique technique et propositionnelle	éviter tout dogmatisme connaître pour aider à prendre des décisions.

2. OBJETS DE RECHERCHE

tendances
actuelles de
recherches
en didactique
de la biologie

Dans la présentation des objets de recherche, il ne s'agit pas de faire un catalogue mais d'essayer de définir les tendances actuelles des recherches en didactique de la biologie, en les articulant aux finalités de recherche présentées ci-dessus et en les situant dans les grandes perspectives que ces concepts ouvrent. Il ne faut pas, bien sûr, considérer que les quelques travaux que nous présentons brièvement ici se réduisent à l'objet de recherche considéré. Par exemple, les travaux dont l'objet de recherche est centré sur l'apprentissage d'un concept biologique juxtaposent souvent une réflexion épistémologique, un recueil puis une analyse de conceptions, et une analyse critique d'aides didactiques.

2.1. Élaboration historique des concepts et des modèles

Les didacticiens de la biologie questionnent fréquemment l'élaboration historique des concepts et des modèles, mais avec plusieurs perspectives différentes.

- Ils utilisent des productions historiques ou épistémologiques dans le but d'identifier des obstacles épistémologiques qui pourraient servir de grille d'analyse pour les obstacles aux apprentissages : Giordan sur la sexualité, Goix H. en géologie à propos des concepts de cristal et de magmatisme, Clément et Mein sur le cerveau, Sauvageot sur la digestion et le milieu intérieur, Astolfi et Drouin sur le concept de milieu,

différentes perspectives dans les relations histoire des sciences et didactique

Rumelhard pour le concept de régulation, Fortin sur la biologie de l'évolution...

- Ils établissent des synthèses originales, ou proposent des documents originaux pour servir la formation des enseignants : le livre *Histoire de la biologie* coordonné par Giordan, les différents étapes de modélisation du cycle de Krebs rassemblées et analysées par Salviat, etc.
- Ils établissent, à partir de documents historiques, des recherches avec un questionnement peu développé par les historiens des sciences : analyse de l'argumentation dans le débat scientifique Pouchet-Pasteur par Coquidé-Cantor, analyse historique de la diffusion et de la popularisation de savoirs biologiques (diffusion de connaissances concernant le cycle féminin et le contrôle de la fécondité par Coquidé-Cantor, concernant l'hygiène par Raichvarg).
- Ils étudient l'utilisation d'expériences historiques en situation d'apprentissage (équipe INRP pour la photosynthèse), ils proposent une transposition d'expériences historiques de neurophysiologie (Darley) ou de respiration cellulaire (Salviat) pour établir des protocoles de travaux pratiques, ou ils fournissent des arguments historiques pour enseigner l'évolution (Jensen et Finley).

2.2. Conceptions des apprenants et obstacles à l'apprentissage

Les conceptions des apprenants et leur prise en compte dans les apprentissages ont représenté un thème majeur des recherches en didactique de la biologie (Giordan et Martinand, 1988 ; voir aussi l'ouvrage coordonné par Giordan, Girault et Clément, 1994 et rassemblant plus de 15 contributions différentes).

D'un point de vue méthodologique, les enquêtes sur les conceptions des apprenants fournissent des données d'une façon très diversifiée (Giordan et Martinand, 1988), surtout en ayant recours à des questionnaires ou des entretiens, qu'ils soient ponctuels ou longitudinaux (De Bueger-Vander Borgh et al., 1989 ; Torres Carrasco, 1991). C'est par une approche d'analyse linguistique des dialogues en situation de visite de technicien conseil que P. Marzin (1994) a caractérisé les conceptions des éleveurs concernant l'écopathologie des porcs.

évolution des recherches sur les conceptions des apprenants

Les premiers travaux sur les conceptions, tels ceux de A. Giordan et G. De Vecchi sur la respiration et sur la digestion, ont décrit les "erreurs" et ont établi des "catalogues" de conceptions, pour illustrer la distance entre ce que les apprenants mobilisaient dans des situations précises et les connaissances scientifiques qu'ils étaient censés maîtriser. Ces travaux recherchaient plutôt les "misconceptions" (au sens anglo-saxon) des apprenants avec l'idée qu'elles font

conceptions et
obstacles aux
apprentissages

obstacle aux apprentissages scientifiques. Cette façon de penser a évolué depuis.

Depuis les travaux de l'équipe Aster de l'INRP (1985), l'identification des conceptions des apprenants n'est qu'un premier stade de la recherche, à partir duquel sont analysés les obstacles à l'apprentissage. Ainsi, les conceptions de la digestion humaine de type "tuyauterie continue" peuvent être un obstacle à la compréhension de l'assimilation ou à la construction du concept de surface d'échange avec le milieu intérieur (Clément, 1991 ; Sauvageot, 1993). Les conceptions sont également souvent recueillies avant et après une action pédagogique (Paccaud, 1994) ou l'utilisation d'un produit de culture scientifique (Giordan, Souchon, Cantor, 1994 ; Guichard, J. et Guichard, F., 1997) comme évaluation d'impact de l'apprentissage ou pour identifier les changements conceptuels des apprenants.

Les obstacles se présentent en nombre restreint (3), aussi plutôt que d'analyser la diversité des représentations, les recherches actuelles tentent plutôt d'identifier des unités et les "nœuds d'obstacles" à l'œuvre dans le système explicatif de l'apprenant afin de mettre en pratique un objectif de dépassement d'obstacles ("*objectif-obstacle*" de J.-L. Martinand) dans les démarches pédagogiques (Astolfi et Peterfalvi, 1993).

Depuis les travaux de G. Rumelhard sur la génétique (1986), on tente d'établir des différenciations dans les obstacles et, concernant la biologie, une attention particulière est donnée aux représentations sociales — notamment dans le domaine de la biologie humaine et dans l'éducation à la santé, par exemple dans l'identification de représentations sociales concernant les "microbes" : René et Guilbert, 1994.

relativité des
obstacles

Rappelons également le caractère polémique de la notion d'obstacle, y compris parmi les chercheurs en didactique de la biologie. Par exemple, le sens commun dévalorise l'idée d'obstacle, or l'obstacle est positif, il mobilise un savoir autre que scientifique et c'est en s'appuyant entre autre sur cette positivité que la didactique propose de nouvelles procédures d'apprentissage, envisageant en particulier de développer la vigilance critique et de faire identifier *a posteriori* les obstacles par les apprenants (comme dans les recherches sur "objectif-obstacle" de l'équipe INRP coordonnée par Astolfi et Peterfalvi, 1997 et 1998).

La pensée catégorise, et considère souvent l'obstacle comme étant un obstacle une fois pour toute, oubliant que l'obstacle est relatif. Tout obstacle peut fonctionner tantôt comme aide et tantôt comme obstacle, selon le contexte. "*Il est remarquable*", soulignait Bachelard, "*que d'une manière générale les obstacles à la culture scientifique se présentent toujours par paires.*"(4). G. Rumelhard (1996) souligne l'attention à

(3) Relire Canguilhem et les articles sur obstacles d'Astolfi (dans *Mots clés de la didactique des sciences* et dans *Didactique des sciences de la vie et de la terre*) et les articles de Rumelhard.

(4) G. Bachelard (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin, 12^e éd. 1983 ; p. 20.

dualité des obstacles

porter à cette dualité de l'obstacle en didactique : si la mathématisation peut être considérée comme une étape importante dans l'évolution de la pensée scientifique, une mathématisation systématique peut constituer un obstacle et conduire à un recueil et à un traitement de données stériles. M. Coquidé-Cantor a repris cette dialectique outil-obstacle pour identifier les difficultés qu'avaient les manuels scolaires à présenter à la fois l'unité et la variabilité dans la conceptualisation du vivant (1996).

franchissement des obstacles

Le traitement didactique des obstacles s'effectue le plus souvent dans des situations de résolution de problèmes. À partir d'une étude de cas sur la nutrition dans une classe de CE2, M. Fabre et C. Orange (1997) formalisent les débats qui ont lieu dans la classe, en utilisant le concept d'espace-problème issu de la psychologie cognitive. Leur analyse relie franchissement d'obstacle et construction de problèmes par les élèves.

2.3. Modèles et modélisation

Le vivant représentant un système de systèmes complexe, organisé et régulé, les biologistes ont recours à la *méthode des modèles* (Legay, 1998) (5). Les problèmes relatifs à l'utilisation de modèles dans l'enseignement et à l'apprentissage de la modélisation sont cruciaux dans les recherches actuelles de didactique.

"Modèles et modélisation" a constitué un vaste programme pour une recherche coopérative d'une équipe INRP/LIREST pendant plusieurs années (Martinand *et al.*, 1992, 1994). G. Rumelhard a coordonné tout un ensemble de travaux autour de la régulation et sa modélisation en biologie (1994).

utilisation de modèles et démarche de modélisation en biologie

P. Schneeberger (1994) a effectué une synthèse historique et pédagogique de l'utilisation des modèles relatifs à la régulation en biologie. Elle a proposé des pistes d'intervention pédagogique pour faciliter les démarches de modélisation et de représentation schématique des régulations.

C. Orange (1997) a étudié les difficultés des élèves à accéder à un type de modélisation bien développé en biologie : la modélisation compartimentale. Ce type de modélisation peut servir de première approche d'une étude de systèmes. Le principe est de décomposer le système étudié en compartiments, qui ne relèvent pas d'un simple découpage anatomique mais qui sont considérés comme des classes d'équivalences d'un élément étudié. Le fonctionnement d'un compartiment peut alors être défini par plusieurs grandeurs (variable d'état de l'élément étudié, flux d'entrée et flux de sortie). C. Orange a analysé différentes pratiques de modélisation compartimentale dans l'enseignement de la biologie, en physiologie animale et végétale et en écologie, et le champ conceptuel qu'elles mettent en jeu. Ces différentes analyses lui permettent d'argumenter de la nécessité des élèves de maîtriser tout un ensemble d'éléments du registre explicatif pour pouvoir accé-

(5) J.-M. Legay (1998). *L'expérience et le modèle. Un discours sur la méthode*. INRA éditions.

der à la modélisation compartimentale. Ses différentes propositions peuvent être utiles à d'autres didactiques qui utilisent cette modélisation, par exemple en économie.

2.4. Le rapport à l'expérimental

rapport à
l'expérimental...

Le rapport à l'expérimental constitue un domaine de recherche qui avait été initialement privilégié, puis un peu délaissé en didactique de la biologie pendant plusieurs années. Remarquons, cependant l'importance constante donnée à l'étude de l'apprentissage de la transposition de pratiques de chercheur scientifique, souvent appelée la démarche expérimentale.

...question de
démarches...

Les recherches didactiques effectuées au niveau de l'enseignement universitaire ne sont pas encore très développées en France. Soulignons que B. Darley a effectué ses études sur l'enseignement de la démarche scientifique au niveau des travaux pratiques de neurophysiologie de DEUG.

...question
d'instrumentation

En corrélation avec le nouvel environnement instrumental des salles de TP et l'introduction des ordinateurs dans les lycées et dans quelques collèges, N. Salamé et l'équipe Techne de l'INRP étudient les potentialités pédagogiques que représentent l'ordinateur, les logiciels d'aide à l'expérimentation et les logiciels de simulation, pour l'enseignement de la biologie (1992).

...question de
références

En relation avec une nouvelle problématique didactique qui fait suite aux recherches sur la modélisation et qui s'interroge sur la constitution du référent empirique (Martinand, 1986) lors des apprentissages, une recherche coopérative — coordonnée par C. Larcher et à laquelle participent plusieurs didacticiens de la biologie — termine, cette année, un ensemble de travaux sur l'expérimental dans la classe.

2.5. Les rapports au savoir de professeurs et d'élèves

question du sens
attribué à
l'apprentissage

Un grand nombre de recherche en didactique de la biologie se réalisent dans une optique socio-constructiviste de l'apprentissage. Dans cette perspective, la question du sens, attribué à l'apprentissage par l'élève, est déterminante pour la construction des connaissances. Les bilans de savoir constituent un outil permettant d'approcher le rapport en tension de professeurs et d'élèves (Alost, 1997 ; Delacroix, mémoire en cours).

2.6. La transposition didactique

Le concept de transposition didactique est utilisé dans certaines recherches en didactique de la biologie. Ainsi, M. Grosbois, G. Ricco et R. Sirota ont réalisé un important travail d'analyse de la transposition didactique du concept de respiration dans les manuels scolaires (1992). Remarquons

que cette analyse ne cherche qu'à établir une distance entre un savoir savant de référence — uniquement de type biologie moléculaire et sans référence à une biologie évolutionniste dans ce cas — et un savoir scolaire.

Remarquons, d'autre part, qu'en didactique de la biologie comme en didactique de la technologie, ce concept de transposition connaît des limites puisqu'il ne prend pas en compte les pratiques sociales de référence. Aussi, plutôt que d'analyser simplement une distance entre "savoir savant" et "savoir scolaire", M. Develay argumente de la nécessité d'inclure, dans la transposition, la prise en compte des valeurs et des pratiques de référence. Plusieurs d'entre nous avancent même des propositions d'une "création didactique" qui représenterait une réelle transposition contrôlée et raisonnée suivant une finalité d'apprentissage (Astolfi, 1994 ; Coquidé et Salviat, à paraître).

2.7. Les situations d'apprentissage et les aides didactiques

Les situations et les conditions qui facilitent l'appropriation de savoirs biologiques par les apprenants représentent un vaste domaine en didactique de la biologie.

- Les aides didactiques, en particulier les manuels scolaires, représentent des objets d'étude largement partagés par les didacticiens de la biologie, soit pour des études formelles, soit pour des analyses en liaison avec des situations d'apprentissage.

Les recherches concernant les situations d'apprentissage et les aides didactiques ont, en effet, développé deux perspectives (voir partie 1 du texte) :

- une finalité critique d'analyse de situations et d'aides didactiques existantes,
- une finalité d'intervention didactique raisonnée pour aider à construire des situations ou à élaborer des aides didactiques.

Plusieurs équipes ont travaillé, successivement, sur ce domaine.

- Une équipe, animée par Y. Ginsburger-Vogel et J.-P. Astolfi (1987), a analysé les difficultés que rencontrent les élèves dans la lecture de leur manuel de biologie.

- L'équipe, animée par A. Vérin et J.-P. Astolfi (1988, 1991, 1992), a effectué plusieurs recherches concernant les différentes fonctions de l'écriture dans les apprentissages scientifiques. Une nouvelle recherche est en cours, qui s'intéresse notamment à l'écriture en sciences à l'école élémentaire et à la prise en compte des difficultés des enfants face à l'écrit.

- Les enseignants ont fréquemment recours à de l'imagerie dans les situations d'apprentissage qu'ils mettent en œuvre, comme source d'informations et comme support d'activités.

Une équipe, animée par G. Mottet, a analysé les différentes utilisations des images dans l'enseignement de la biologie et de la géologie, et a proposé une catégorisation de "situations-images" (1996).

- L'équipe de Louvain a utilisé le dessin humoristique comme médiateur de concepts en génétique (Van der Gucht, 1994 ; Corten-Gualtieri, 1995).

- Les représentations schématiques sont fréquemment utilisées dans l'enseignement de la biologie. Plusieurs recherches ont analysé les difficultés liées à ces représentations : S. Jebbari (1994) sur le cycle féminin, A. Lavarde (1992) sur la circulation sanguine, P. Schneeberger sur la régulation (1992). C. Haguenauer (1991, 1995) a analysé tout un ensemble de difficultés relatives à la représentation des cycles en biologie et en géologie : difficultés qui peuvent être liées à la représentation, à son manque de cadre de référence, aux changements d'échelles, aux significations multiples que peut avoir une représentation schématique d'une "flèche", et difficultés relatives à la conceptualisation de cycle fermé.

différentes
logiques de
commande
de situations
d'apprentissage

• Concernant les situations d'apprentissage, J.-P. Astolfi, en s'appuyant sur l'exemple de la géologie à l'école élémentaire, a proposé de distinguer différents modes de commande pour une séquence d'enseignement scientifique (1991). L'équipe de Louvain (1990) avait pris comme "prétexte" l'immunologie pour étudier l'autonomie dans l'apprentissage. Actuellement, ce sont plutôt les logiques internes des enseignants qu'étudie cette équipe. Par une analyse de discours tenus par des enseignants en classe de biologie et de chimie, elle cherche à décrire des processus de reformulation de l'enseignant et des mises en œuvre de procédures de définition (De Bueger *et al.*, 1995, 1996) et les opérations cognitives mises en œuvre par les élèves (Hammu, 1996).

des études
en relation
avec les TICE

Avec l'avènement de l'utilisation des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement (TICE), un certain nombre de recherches dans ce domaine commencent à se développer. Actuellement, la plupart d'entre elles concernent des développements : elles décrivent principalement le *design* de cours (6). Certaines recherches utilisent des concepts de biologie comme prétexte pour évaluer l'efficacité de l'un ou l'autre de ces *designs*.

(6) Voir à ce sujet les publications de l'Association for the Advancement of Computer in Education. Mais aussi Jenkins, R.O. (1997). Computer-assisted learning material and the practice of biotechnology. *Journal of Biological Education*, Spr. 1997, vol 31, n°1, 65-69 ; Baggott, L., Nichol, J., Ellison, P. (1997). Educational informatics for the biology teacher. *Journal of Biological Education*, Fal. 1997, vol 31, n°3, 189-196 ; Newton, L.R. (1997). Information technology in biology teaching : challenges and opportunities. *Journal of Biological Education*, Win. 1997, vol 31, n°4, 274-278...

2.8. Curriculum

Plusieurs recherches tentent, dans une perspective analytique et critique, d'établir des comparaisons entre curriculum prescrit et curriculum réel : thèse de P. Savaton à propos des cartes géologiques (soutenue en septembre 1998), thèse en cours de D. Galiana à propos de la photosynthèse...

Dans une perspective d'intervention didactique argumentée, des propositions relatives aux différents niveaux de formulation conceptuelle dans une perspective curriculaire sont avancées (Cañal de León, 1992 ; De Vecchi, 1994 ; Garcia, 1994 ; Lalanne, 1985)

2.9. Formation des enseignants. Conceptions des enseignants

L'étude de P. Antheaume (1993) a caractérisé des compétences à développer lors de la formation professionnelle d'enseignants du primaire, non spécialistes en biologie.

la formation
des enseignants
ne constitue
pas encore
un objet d'étude
largement
partagé...

Plusieurs travaux s'intéressent à l'épistémologie des étudiants ou étudient l'utilisation de l'histoire des sciences pour la formation des enseignants de biologie du secondaire (Coquidé-Cantor, 1997 ; Désautels *et al.*, 1993 ; Gagné, 1994 ; Guilbert et Meloche, 1993 ; Lakin et Wellington, 1994). Si de nombreuses recherches didactiques produisent des documents destinés à être utilisés en formation, il faut constater que la formation des enseignants de biologie, en elle-même, ne constitue pas encore un objet d'étude largement partagé en France, malgré la création des IUFM.

...mais
développement
de l'étude
des conceptions
des enseignants

Les études sur les conceptions des enseignants, par contre, progressent depuis 5 ans. Elles ont un large champ s'étendant de recherches concernant les attitudes des enseignants vis-à-vis de l'un ou l'autre moyen d'enseignement (comme la dissection, Lock et Alderman, 1996) à leurs conceptions concernant l'enseignement, la formation qu'ils dispensent, le rôle des sciences dans la formation des élèves (Mabille, 1994). Les conceptions des enseignants représentent la thématique du numéro 26 d'*Aster* et plusieurs thèses en cours intègrent un questionnement sur les conceptions des enseignants dans leur problématique (7) .

À partir de ce que des enseignants expliquaient sur la façon dont ils avaient mis en œuvre un TP sur la digestion par la salive en classe de Troisième, É. Orlandi (1993) a analysé les conceptions d'enseignants de biologie sur la démarche expérimentale. Il apparaît deux modèles de raisonnement expérimental sous-tendus par deux types de conceptions sur les pratiques de recherche scientifique : une conception de démarche du type convergent, canalisé et une autre conception de type plus divergent et multidirectionnel. Cette étude

(7) Lajmi sur l'écologie, Lange sur la place de la mathématisation dans l'expérimentation en biologie, Mafféo sur leurs difficultés face à l'imagerie cérébrale...

établit par ailleurs un parallélisme entre pratique pédagogique, épistémologie spontanée et valeurs éducatives mises en avant chez ces enseignants.

C'est également par des entretiens, concernant l'enseignement de la génétique et menés auprès de professeurs de biologie tunisiens de classe de Terminale, que M. Abrougi (1997) a décrit plusieurs conceptions d'enseignants du type héréditariste.

A. Vérin, dans un article récent (1998), analyse la faisabilité du travail didactique des obstacles, vue par les enseignants qui ont participé à la recherche d'équipe INRP. Remarquons l'absence de travaux sur la représentation que les enseignants se font de la didactique, et la rareté des études du rapport des enseignants aux instructions, programmes, modèles pédagogiques et à toutes normes imposées (8).

2.10. Pour conclure

La présentation suivant les objets de recherche en didactique de la biologie oblige à effectuer des choix dans les critères de classement. D'autres rubriques auraient pu être constituées, et il ne faut pas se représenter ces rubriques comme "étanches". Certains travaux développent une problématique et fournissent des études qui alimentent plusieurs de ces rubriques. Le croisement de différentes études se révèle souvent fructueux. Par exemple l'analyse des obstacles à l'apprentissage de la notion de croissance au collège, effectuée par M. Goix (1997), et l'étude didactique de l'utilisation de didacticiels dans la construction collaborative de diagnostics d'élevage, réalisée par A. Gay (1996), enrichissent toutes deux la réflexion didactique concernant la théorisation de la *forme*, enjeu central dans tout apprentissage de biologie.

croiser
différentes
études

3. OBJETS D'ÉTUDE ET OUTILS INTELLECTUELS UTILISÉS EN RECHERCHE

des objets
d'étude
constitués...

Les didacticiens de la biologie s'approprient souvent, pour leurs recherches, des objets déjà constitués : les manuels scolaires, les contenus de programme, les cahiers des élèves, les cahiers de laboratoire des enseignants, les épreuves d'examen ou de validation, les produits de culture scientifique...

...ou à construire
pour la
recherche

Dans d'autres travaux, l'objet d'étude est construit pour la recherche : les situations d'apprentissage, les échanges verbaux, les bilans de savoir, les gestes lors des manipulations expérimentales.

Des outils intellectuels sont également utilisés pour la recherche.

(8) Remarque émise par Guy Rumelhard lors d'une relecture critique.

de nombreux
outils intellectuels
importés d'autres
disciplines...

- Les chercheurs en didactique de la biologie utilisent différents concepts de didactique : conceptions des apprenants ou des enseignants, obstacles, objectifs-obstacles, pratique sociale de référence, transposition didactique, conflit socio-cognitif...

Remarquons que des concepts proviennent parfois d'autres disciplines ou d'autres didactiques, et sont parfois appliqués en didactique de la biologie avec peu de discussion quant à leur pertinence pour ce domaine.

- Les recherches en didactique des sciences ont recours à des outils qui permettent de représenter spatialement des relations entre concepts.

C. Vander Borgh (1994) a analysé les utilisations possibles, les avantages, les complémentarités et les limites des deux outils de représentations spatiales de concepts que sont la carte conceptuelle et le réseau terminologique. C. Bruguière (1997) a utilisé les représentations spatiales des concepts pour identifier des réseaux conceptuels associés à l'enseignement/apprentissage de l'énergie.

...quelques outils
spécifiques

Les cartes conceptuelles, qui n'ont pas toujours la rigueur exigée par Novak dans leur élaboration reconnaissons-le (Jacobi, 1994), sont de plus en plus utilisées dans les recherches en didactique de la biologie. Les savoirs biologiques se présentant essentiellement sous une forme déclarative plutôt que sous une forme mathématisée, "*la biologie entre loi et histoire*" comme l'analyse brillamment le philosophe Gayon (9), l'équipe INRP, pour sa part, a particulièrement développé le recours à un outil spécifique — les trames conceptuelles — comme outil de recherche, outil de formation ou outil de régulation pour l'enseignant.

4. POUR OUVRIR LE DÉBAT

La confrontation critique de différents résultats de recherche n'est pas encore très développée en didactique de la biologie. Elle semble cependant indispensable pour faire progresser la problématisation didactique. La question des différentes formes de validation des résultats de recherche — validation se rapprochant de sciences expérimentales ou de sciences humaines, validation de type scientifique et/ou validation par les pairs — nourrirait également un débat largement ouvert.

Avec Astolfi (1994), nous pensons que par la diversité de ses finalités et de ses problématiques, la didactique de la biologie depuis 10 ans apparaît bien comme plurielle.

Les objets de recherche restent le plus souvent de taille restreinte (Lucas, 1993) — les concepts, les conceptions des apprenants — plutôt qu'une structure conceptuelle large : les

(9) J. Gayon (1993). *La biologie entre loi et histoire. Philosophie*, 38, 30-57. Paris : Éd. de Minuit.

aides didactiques, les situations de classe plutôt que les curriculums et la formation des enseignants.

Enfin, les recherches en didactique de la biologie que nous avons analysées, provenant plus du domaine de la didactique scolaire (école, collège, lycée) que de la didactique professionnelle des adultes, se caractérisent par une centration sur les champs conceptuels.

Cet article portait sur les recherches en didactique de la biologie essentiellement francophones. Il serait intéressant, dans une étape ultérieure, de comparer les postures francophones et anglophones.

Maryline COQUIDÉ-CANTOR
Université et IUFM de Rouen
GDSTC/LIREST ENS Cahan

Cécile VANDER BORGHT
Université catholique de
Louvain-la-Neuve, Belgique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. FINALITÉS

BAZILE, J. (1994). "L'opérateur et les microbes. La place des représentations dans la conception d'une formation à l'hygiène et à la qualité". *Éducation permanente*, 119, 65-78.

CLÉMENT, P. (1994). "La difficile évolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme". In Giordan, A., Girault, Y., Clément, P. (dir.). *Conceptions et connaissances* (pp.73-92). Berne : Peter Lang.

COQUIDÉ, M. (à paraître). "Obstacles à l'apprentissage en didactique des sciences : point de vue critique et analytique, point de vue technique et propositionnel". *Colloque Obstacles à l'apprentissage des sciences dans le secondaire, Université de Sfax*.

DÉSAUTELS, J., LAROCHELLE, M., GAGNÉ, B., RUEL, F. (1993). "La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique". *Didaskalia*, 1, 49-68. Paris : INRP/ Université Laval.

FAVRE, D. & RANCOULE, Y. (1993). "Peut-on décontextualiser la démarche scientifique ?". *Aster*, 16, 29-46. Paris : INRP.

FOUREZ, G. (1994). *L'alphabétisation scientifique et technique*. Bruxelles : De Boeck.

GIORDAN, A. (1989). "Culture scientifique et technologique, régulation de la démocratie et vie quotidienne". In *L'enseignement des sciences en l'an 2000*. Namur : Presses universitaires de Namur.

GIORDAN, A., SOUCHON, C., CANTOR, M. (1994). *Évaluer pour Innover. École, Musées et Médias*. Nice : Z'éditions, collection *Guides pratiques*.

GUICHARD, J. (1995). "Designing tools to develop the conception of learners". *I.J.S.E.*, 17, 2, 243-253.

HOST, V. (1991). "Les paradigmes organisateurs de l'enseignement de la biologie". *Cahiers Pédagogiques*, 298, 28-32.

HOST, V. (1995). "Finalités de l'enseignement scientifique face aux années 2000". *Perspectives*, XXV, 1.

JENKINS, E.W. (1995). "Central policy and teacher response ? Scientific investigation in the national curriculum of England and Wales". *I.J.S.E.*, 17, 4, 471-480.

MARTINAND, J.-L. (1992). "Enjeux et ressources de l'éducation scientifique". In A., Giordan, J.-L., Martinand et D., Raichvarg, (Éds.). *Actes des XIV^{es} journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et techniques*. Paris : DIRES-Université Paris7.

MATHY, Ph. (1997). *Donner du sens au cours de sciences*. Bruxelles : De Boeck.

RAICHVARG, D. (1993). *Science et spectacle*. Nice : Z'éditions.

RUMELHARD, G. (1986). *La génétique et ses représentations dans l'enseignement*. Berne : Peter Lang.

RUMELHARD, G. (1992). "L'enseignement de la biologie comme culture". *Aster*, 15, 145-167. Paris : INRP.

RUMELHARD, G. (1995). "De la biologie contemporaine à son enseignement". In Develay, M. (dir.). *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines : une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris : ESF éditeur.

RUMELHARD, G. (1996). "La spécificité de l'enseignement de la biologie : entre le repli défensif et l'ouverture". *Tréma*, 9-10, 23-32. IUFM de Montpellier.

2. OBJETS DE RECHERCHE

Élaboration historique des concepts et des modèles

ASTOLFI, J.-P. & DROUIN, A.-M. (1987). "Milieu". *Aster*, 3, 73-110. Paris : INRP.

CANTOR, M. (1994). *Pouchet, savant et vulgarisateur*. Nice : Z'éditions.

DESBEAUX-SALVIAT, B. (1997). "L'histoire du cycle de Krebs. Un exemple de retour aux publications-sources". In Rosmorduc, J. (dir.). *Histoire des sciences et des techniques* (pp. 191-202). Brest : CRDP.

FORTIN, C. (1994). "Le bon usage des conceptions en biologie de l'évolution". In Giordan, A., Girault, Y., Clément, P. (dir.). *Conceptions et connaissances* (pp. 157-170). Berne : Peter Lang.

GIORDAN, A. (dir.) (1987). *Histoire de la biologie*. 2 tomes. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier.

GOIX, H. (1996). *Difficultés d'apprentissage des concepts de cristal et de magmatisme chez les élèves de collège : aspects historiques et didactiques*. Thèse de doctorat, Paris VII.

JENSEN, M.S & FINLEY, F.N. (1995). "Teaching evolution using historical arguments in a Conceptual Change Strategy". *Science Education*, 79, 2, 147-166.

MEIN, M.-T. (1988). "Les représentations du cerveau : modèles historiques". *Aster*, 7, 185-204. Paris : INRP.

Conceptions des apprenants et obstacles à l'apprentissage

ASTOLFI, J.-P. (dir.) (1985). *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Paris : INRP, collection *Rapports de recherches*, 3.

ASTOLFI, J.-P. & PETERFALVI, B. (1993). "Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales". *Aster*, 16, 103-142. Paris : INRP.

CANTOR, M. (1996). "Réhabilitation de la diversité et besoin d'unité en biologie". *Tréma*, 9-10, 55-64. IUFM de Montpellier.

CLÉMENT, P. (1991). "Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion-excrétion". *Aster*, 13, 133-155. Paris : INRP.

CLÉMENT, P. (1994). "La difficile évolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme". In Giordan, A., Girault, Y., Clément, P. (dir.). *Conceptions et connaissances*, (pp. 73-92). Berne : Peter Lang.

- DE BUEGER-VANDER BORGHT, C., & MABILLE, A., (1989). "The evolution in the meanings given by Belgian secondary school pupils to biological and chemical terms". *I.J.S.E.*, 11, 3, 347-362.
- DE VECCHI, G. & GIORDAN, A. (1989). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que "ça marche"?* Nice : Z'éditions.
- FABRE, M. & ORANGE, C. (1997). "Construction des problèmes et franchissement d'obstacles". *Aster*, 24, 37-58. Paris : INRP.
- GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel/Paris : Delachaux et Niestlé.
- GIORDAN, A. & MARTINAND, J.-L. (1988). "État des recherches sur les conceptions des apprenants à propos de la biologie". *Annales de didactique des sciences*, 2, 13-63. Université de Rouen.
- GOIX, M. (1997). "Grandir : oui mais comment ?" *Aster*, 24, 141-170. Paris : INRP.
- GUICHARD, J. & GUICHARD, F. (1997). "Des objets muséologiques pour aider à traiter des obstacles en sciences et techniques". *Aster*, 24, 113-140. Paris : INRP.
- MARZIN, P. (1994). "Analyse de conceptions d'élèves concernant des pratiques sanitaires". *Didaskalia*, 4, 39-55. Paris : INRP/ Université Laval.
- PACCAUD, M. (1994). "Utilisation des conceptions d'élèves âgés de 15 à 17 ans sur le cœur et la circulation sanguine". In Giordan A., Girault, Y., Clément, P. (dir.). *Conceptions et connaissances* (pp. 171-184). Berne : Peter Lang.
- PETERFALVI, B. (1997). "L'identification d'obstacles par les élèves". *Aster*, 24, 171-202. Paris : INRP.
- RENÉ, É. & GUILBERT, L. (1994). "Les représentations du concept de microbe : un construit social contournable ?" *Didaskalia*, 3, 43-60. Paris : INRP/ Université Laval.
- RUMELHARD, G. (1986). *La génétique et ses représentations dans l'enseignement*. Berne : Peter Lang.
- RUMELHARD, G. (1995). "Permanence, métamorphose, transformation". *Bulletin de l'APBG*, 2, 333-344.
- RUMELHARD, G. (1996). "Représentation et travail résistant". *Bulletin de l'APBG*, 4, 753-765.
- RUMELHARD, G. (1997). "Travailler les obstacles pour assimiler les connaissances en biologie-géologie". *Aster*, 24, 13-36. Paris : INRP.

SAUVAGEOT-SKIBINE, M. (1993). "De la représentation en tuyaux au concept de milieu intérieur". *Aster*, 17, 189-204. Paris : INRP.

TORRES CARRASCO, M. (1991). *L'exploration de concepts d'écologie chez les étudiants de première candidature ingénieur civil de l'UCL*. Mémoire inédit, Louvain-la-Neuve.

Modèles et modélisation

HAGUENAUER, C. (1995). "Le recyclage, un concept actuel pour comprendre une science du passé tournée vers l'avenir". *Aster*, 21, 51-80. Paris : INRP.

MARTINAND, J.-L. & al. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

MARTINAND, J.-L. & al. (1994). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

MARTINAND, J.-L. (1996). "Introduction à la modélisation". *Acte du séminaire de didactique des disciplines techniques*. ENS Cachan.

ORANGE, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris : PUF, coll. *L'éducateur*.

RUMELHARD, G. (1992). "Un exemple de modélisation en biologie : les mécanismes de régulation". In Martinand, J.-L. (dir.). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 233-266). Paris : INRP.

RUMELHARD, G. (1994). "Présentation de la recherche". In Rumelhard, G. (coord.), *La régulation en biologie* (pp. 25-38). Paris : INRP .

SCHNEEBERGER, P. (1994). "Place des modèles dans l'enseignement du concept de régulation". In Rumelhard, G. (coord.). *La régulation en biologie* (pp. 131-164). Paris : INRP.

Le rapport à l'expérimental

ASTOLFI, J.-P., CAUZINILLE, E., GIORDAN, A., HENRIQUES, A., MATHIEU, J., WEIL-BARAIS, A. (1984). *Expérimenter : sur les chemins de l'explication scientifique*. Toulouse : Privat.

BEAUFILS, D. & SALAMÉ, N. (1989). "Quelles activités expérimentales avec les ordinateurs dans l'enseignement des sciences ?" *Aster*, 8, 55-80. Paris : INRP.

CAUZINILLE-MARMÈCHE, E., MATHIEU, J. & WEIL-BARAIS, A. (1983). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang.

COQUIDÉ, M. (1998). "Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles". *Aster*, 26, 109-132. Paris : INRP.

DARLEY, B. (1996). "Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2^{me} année". *Didaskalia*, 9, 31-56. Bruxelles-Paris : De Boeck.

DUGGAN, S. & GOTT, R. (1995). "The place of investigations in practical work in the UK National Curriculum for Science". *I.J.S.E.*, 17, 2, 137-147.

GOTT, R. & DUGGAN, S. (1996). "Practical work : its role in the understanding of evidence in science". *I.J.S.E.*, 18, 7, 791-806.

HOFSTEIN, A., COHEN, I., LAZAROWITZ, R. (1996). "The learning environment of high school students in chemistry and biology laboratories". *Research in Science and Technological Education*, 14, 1, 103-116.

LAZAROWITZ, R. & TAMIR, P., (1994). "Research on using Laboratory instruction in Science". *Handbook of research on science teaching and learning*. New York : Mac Millan Publishing Company.

MILLAR, R. (1996). "Investigations des élèves en science : une approche fondée sur la connaissance". *Didaskalia*, 9, 9-30. Bruxelles-Paris : De Boeck.

SALAMÉ, N. (dir.) (1992). *Sciences de la Vie et de la Terre au Lycée. Activités scientifiques informatisées*. Paris : INRP.

SOLOMON, J., DUVEEN, J., HALL, S., (1994), "What's happened to biology investigations ?" *Journal of Biological Education*, 28, 261-268.

WHITE, R. (1996). "The link between the laboratory and learning". *I.J.S.E.*, 18, 7, 761-774.

Rapports au savoir

ALOST, M.-A. (1997). *Sens attribué par des élèves de l'enseignement secondaire supérieur à l'apprentissage des sciences. Construction d'un outil d'analyse*. Mémoire inédit de licence, Louvain-la-Neuve.

Transposition didactique

ASTOLFI, J.-P. (1994). "Transposition didactique". In *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*. Paris : Nathan Université.

COQUIDÉ-CANTOR, M. & DESBEAUX-SALVIAT, B. (à paraître). *Chimie et biologie : figures de rencontres*.

DEVELAY, M. (coord.) (1995). *Savoirs scolaires et didactique des disciplines*. Paris : ESF éditeur.

GROSBOIS, M., RICCO, G., SIROTA, R. (1991). "Les manuels, un mode de textualisation scolaire du savoir savant". *Aster*, 13, 59-92. Paris : INRP.

GROSBOIS, M., RICCO, G., SIROTA, R. (1992). *Du laboratoire à la classe, le parcours du savoir : étude de la transposition didactique du concept de respiration*. Paris : ADAPT (SNES).

Aides didactiques

ALLAIN, J.-C. (1995). "Un dispositif didactique utilisant des images pour faire évoluer les conceptions des élèves de dix ans sur les séismes". *Aster*, 21, 109-136. Paris : INRP.

CLÉMENT, P. (1996). "L'imagerie biomédicale : définition d'une typologie et propositions d'activités pédagogiques". *Aster*, 22, 87-126. Paris : INRP.

GAY, A., GRÉA, J., SABATIER, P. (1996). "Images biologiques et activités de diagnostic d'élevage". *Aster*, 22, 195-216. Paris : INRP.

GINSBURGER-VOGEL, Y. & ASTOLFI, J.-P. (1987). "Sur la lecture des manuels de biologie". *Aster*, 4, 33-64. Paris : INRP.

GIORDAN, A., SOUCHON, C., CANTOR, M. (1994). *Évaluer pour Innover. École, Musées et Médias*. Nice : Z'éditions.

GOUANELLE, C. & SCHNEEBERGER, P. (1996). "Utilisation de schémas dans l'apprentissage de la biologie à l'école : la reproduction humaine". *Aster*, 22, 57-86. Paris : INRP.

HAGUENAUER, C. (1995). "Le recyclage, un concept actuel pour comprendre une science du passé tournée vers l'avenir". *Aster*, 21, 51-80. Paris : INRP.

LAVARDE, A. (1994). "Figurabilité dans le domaine de la circulation sanguine". *Didaskalia*, 3, 79-92. Paris : INRP/ Université Laval.

RICHARD-MOLARD, C. (1996). "L'introduction des didacticiels "génétique" dans l'enseignement de premier cycle universitaire". *Didaskalia*, 8, 155-173. Bruxelles-Paris : De Boeck.

Les situations d'apprentissages

ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI B., VÉRIN A. (coord.) (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.

ASTOLFI, J.-P. (1991). "Quelques logiques de construction d'une séquence d'apprentissage en sciences : l'exemple de la géologie à l'école élémentaire". *Aster*, 13, 157-186. Paris : INRP.

CALANDE, G., DE BUEGER-VANDER BORGHT, C., DARO, S., NUTTIN, J., VANHAMME, L. (1990). *Plaisirs des sciences ; didactique des sciences et autonomie dans l'apprentissage. L'immunologie : un prétexte*. Bruxelles/Paris : De Boeck.

CORTEN-GUALTIERI, P. (1995). *Communication de concepts en génétique par le dessin d'humour : analyse sémiologique de dessins parus dans La Recherche, Science et Vie, Science et Avenir : interprétation par un public scolaire (16-18 ans)*. Thèse inédite de Doctorat en Sciences, Louvain-la-Neuve.

DE BUEGER, C. (1996). "La reformulation, ses procédures et ses niveaux". In Raisky, C. et Caillot, M. (éds.). *Au-delà des didactiques, le didactique*. Bruxelles-Paris : De Boeck.

ÉVRARD, Th., HUYNEN, A.-M., DE BUEGER-VANDER BORGHT, C. (1995). "Les procédures de définitions". *Repères*, 5, 119-142. Paris : INRP.

HAMMU, N., (1996). *Interactions verbales en classe de Sciences : adaptation d'un outil d'analyse des opérations cognitives*. Mémoire inédit de licence en sciences, Louvain-la-Neuve.

VAN DER GUCHT, B. (1994). *Évaluation de l'aptitude du dessin d'humour à communiquer des concepts ou des notions scientifiques à des élèves de sixième année de l'enseignement secondaire*. Mémoire inédit de licence, Louvain-la-Neuve.

VÉRIN, A. (1988). "Apprendre à écrire pour apprendre les sciences". *Aster*, 6, 15-46. Paris : INRP.

VÉRIN, A. (1992). "Raisonnement et écriture à propos d'activités expérimentales au collège". *Aster*, 14, 103-126. Paris : INRP.

Planification curriculaire de contenus conceptuels

CAÑAL DE LEÓN, P. (1992). "Quel enseignement sur la nutrition des plantes en éducation "de base" ? Proposition didactique". *Aster*, 15, 7-32. Paris : INRP.

DE VECCHI, G. (1994). "Élaborer des "niveaux de formulation" en prenant en compte les conceptions des apprenants". In Giordan A., Girault, Y., Clément, P. (dir.). *Conceptions et connaissances* (pp. 251-264). Berne : Peter Lang.

GARCÍA, J. E. (1994). "Le savoir scolaire comme processus évolutif : application à la connaissance de notions écologiques". *Aster*, 19, 103-116. Paris : INRP.

HOST, V. et al. (1976). *Activités d'éveil scientifiques, IV : Initiation biologique*. Paris : INRP, coll. *Recherches pédagogiques*, 86.

LALANNE, J. (1985). "Le développement de la pensée scientifique (orientation biologique) chez les enfants de 6 à 14 ans". *Aster*, 1, 155-170. Paris : INRP.

Formation des enseignants. Conceptions des enseignants

ABROUGI, M. (1997). *La génétique humaine dans l'enseignement secondaire en France et en Tunisie, approche didactique*. Thèse de doctorat, Lyon 1.

ANTHEAUME, P. (1994). "Vaincre les résistances des futurs enseignants". In Andries, B., Beigbeder, I. (coord.). *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles* (pp. 72-78). Paris : CNDP/ Hachette éducation.

CANTOR, M. (1994). "Conceptions des apprenants et formation des élèves-instituteurs". In Giordan, A., Girault, Y., Clément, P., (dir.). *Conceptions et connaissances* (pp. 147-156). Berne : Peter Lang.

CANTOR-COQUIDÉ, M. (1997). "Didactique de la biologie et histoire des sciences". In Rosmorduc, J. (dir.). *Histoire des sciences et des techniques* (pp. 335-346). Brest : CRDP.

DÉSAUTELS, J., LAROCHELLE, M., GAGNÉ, B., RUEL, F. (1993). "La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique". *Didaskalia*, 1, 49-68. Paris : INRP/ Université Laval.

GAGNÉ, B. (1994). "Autour de le l'idée d'histoire des sciences : représentations discursives d'apprenti(e)s-enseignant(e)s de sciences". *Didaskalia*, 3, 61-78. Paris : INRP/ Université Laval.

GUILBERT, L. & MELOCHE, D. (1993). "L'idée de science chez des enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ?" *Didaskalia*, 2, 7-30. Paris : INRP/ Université Laval.

LAKIN, S. & WELLINGTON, J. (1994). "Qui enseignera l'épistémologie des sciences ? Conceptions d'enseignants et conséquences pour l'enseignement des sciences". *Aster*, 19, 175-194. Paris : INRP.

LOCK, R. & ALDERMAN, P. (1996). "Using animals in secondary school science lessons : teacher experience and attitude". *Journal of Biological Education*, 30, 2, 112-118.

MABILLE, A. (1994). In De Bueger-Vander Borgh, C. & Delcourt, J. (dir.). *Profils de profs*. Paris/Bruxelles : De Boeck.

ORLANDI, É. (1993). "Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale". *Aster*, 13, 111-132. Paris : INRP.

RUEL, F., DÉSAUTELS, J., LAROCHELLE, M. (1997). "Enseigner et apprendre les sciences : représentations sociales de futurs enseignants et enseignantes". *Didaskalia*, 10, 51-73. Bruxelles-Paris : De Boeck.

VÉRIN, A. (1998). "Enseigner de façon constructiviste, est-ce faisable ?" *Aster*, 26, 133-163. Paris : INRP.

3. OUTILS INTELLECTUELS UTILISÉS EN RECHERCHE

Représentation spatiale de relations entre concepts

ASTOLFI, J.-P. (1987). "Approche didactique de quelques aspects du concept d'écosystème". *Aster*, 3, 11-18. Paris : INRP.

BRUGUIÈRE, C. (1997). *Contribution à l'identification des réseaux conceptuels associés à l'enseignement/apprentissage de l'énergie*. Thèse de doctorat, Montpellier II.

DE BUEGER-VANDER BORGHT, C., LAMBERT, J. (1994). "Des représentations spatiales de concepts : pour quoi faire ?". *Didaskalia*, 5, 73-90. Paris : INRP/ Université Laval.

JACOBI, D., BOQUILLON, M., PRÉVOST, P. (1994). "Les représentations spatiales de concepts scientifiques : inventaire et diversité". *Didaskalia*, 5, 11-24. Paris : INRP/ Université Laval.

SAUVAGEOT, M. (1994). "Les trames conceptuelles, outils de formation en didactique de la biologie". *Didaskalia*, 5, 91-104. Paris : INRP/ Université Laval.

4. DÉBAT

ASTOLFI, J.-P. (1994). "Didactique plurielle des sciences. Analyse contrastée de quelques publications de recherche". *Aster*, 19, 7-28. Paris : INRP.

LUCAS, A. (1993). "Jouer les notes sans connaître la mélodie : le caractère étroit de la recherche en didactique de la biologie". *Didaskalia*, 1, 101-113. Paris : INRP/ Université Laval.

THÈSES EN DIDACTIQUE DE LA BIOLOGIE ET DE LA GÉOLOGIE ET LEURS TECHNIQUES ASSOCIÉES

(1988-1997)

1988

GUEYE, B. *Analyse didactique de l'épreuve en biologie au Bac C et D de 70 à 85 au Sénégal*. Paris 7.

PEREIRA HENRIQUES DE FRIAS, T.M. *Enseigner la biologie de façon intégrée à des élèves de 10 à 12 ans dans des écoles portugaises : méthodologie scientifique, préalables*. UCL Louvain-la-Neuve.

1989

DUCROS, B. *Le concept de circulation sanguine : production d'outils didactiques*. Paris 7.

HUBERT VAN BLYENBURGH, N. *Une étude du décalage entre les connaissances du public et le savoir scientifique en biologie humaine : évaluation des conceptions, analyse des obstacles et réalisation d'aides didactiques*. Genève.

GIRAULT, Y. *Contribution à l'étude de la bande dessinée comme outil de vulgarisation scientifique*. Paris 7.

1990

GUICHARD, J. *Diagnostic didactique pour la conception d'objets d'exposition*. Genève.

NDIAYE, V. *Évaluation de l'utilisation de la vidéo dans les Travaux Pratiques universitaires de biologie*. Lyon 1.

NEDJEL-HAMMOU, A. *Contribution à une didactique fondée sur l'analyse de l'erreur dans l'enseignement de la biologie : les obstacles rencontrés par les élèves de terminales dans la maîtrise du concept de réflexe*. Paris 7.

RAICHVARG, D. *400 ans de diffusion de la science par le spectacle (1580-1980). Formes, objectifs, moyens*. Paris 7.

SARR, M. *Étude critique d'un thème d'éducation relative à l'environnement. L'utilisation rationnelle et la gestion des ressources naturelles.* Paris 7.

1991

HAGUENAUER, C. *Le concept de cycle, indicateur de la connaissance. Des sciences de la nature à l'écologie forestière.* Nancy 1.

SAUVAGEOT, M. *Les obstacles posés par l'enseignement des concepts d'alimentation et de nutrition au collège. Obstacles à la compréhension du concept de digestion au collège.* Paris 7.

1992

CANTOR-COQUIDÉ, M. *Félix-Archimède Pouchet, savant et vulgarisateur.* Paris 11.

CASONATO, O. *Les obstacles dans la recherche et dans l'enseignement à la connaissance du support moléculaire de l'"information" génétique.* Paris 7.

DARLEY, B. *L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux de biologie à l'Université. Analyses et propositions.* Grenoble 1.

DA SILVA CARNEIRO, M.-H. *Étude des représentations dans le domaine de la reproduction et du développement. Construction progressive de ces concepts chez les enfants de l'école primaire de Brasilia-Brésil.* Paris 7.

LAVARDE, A. *Contribution à l'étude de la schématisation dans l'enseignement de la circulation sanguine.* Paris 7.

SCHNEEBERGER, P. *Problèmes et difficultés de l'enseignement d'un concept transversal : le concept de régulation.* Paris 7.

1993

ANTHEAUME, P. *Contribution à la définition des objectifs spécifiques et des activités spécifiques de formation professionnelle d'enseignants non spécialistes dans une discipline scientifique : la Biologie.* Paris 7.

FORTIN, C. *L'évolution : du mot au concept. Étude épistémologique sur la construction des concepts évolutionnistes et les difficultés d'une transposition didactique.* Paris 7.

KASSOU, S. *Éléments pour l'analyse didactique du statut de l'expérience dans l'enseignement de la biologie : le cas de la photosynthèse.* Paris 7.

MARZIN P. *Approche didactique de la communication des savoirs dans une situation de conseil vétérinaire. Analyse des conceptions dans le dialogue.* Lyon 1.

PAPADOGEORGI, P. *Difficultés pédagogiques liées au problème d'articulation entre le savoir théorique et le savoir pratique dans l'enseignement agricole grec.* Paris 7.

TRIQUET, É. *Analyse de la genèse d'une exposition de science, pour une approche de la transposition médiatique.* Lyon 1.

VISINET-FORESTIER, J. *Étude didactique d'une innovation liée à l'utilisation d'un système expert d'aide au diagnostic en formation initiale et continue dans l'enseignement agricole.* Lyon 1.

1994

JEBBARI, S. *Schéma et schématisation : étude de quelques difficultés des élèves en biologie.* Paris 7.

ORANGE, C. *Intérêt de la modélisation pour la définition de savoirs opérants en biologie-géologie. Exemple de la modélisation compartimentale au lycée.* Paris 7.

1995

BOMPIS-DARTOUT, A. *Genèse et fonctions pédagogiques du Musée de site des Pierres folles, dans la vallée de l'Azergues.* Lyon 1.

CORTEN-GUALTIERI, P. *Communication de concepts en génétique par le dessin d'humour : analyse sémiologique de dessins parus dans la Recherche, Science et Vie, Science et Avenir ; interprétation par un public scolaire (16-18 ans).* UCL Louvain-la-Neuve.

DELALANDE-SIMONNEAUX, L. *Approche didactique et muséologique des biotechnologies de la reproduction bovine : conception d'éléments de préfiguration d'une exposition scientifique et effet d'une modification linguistique sur la reconnaissance du message*. Lyon 1.

GARDELLI, S. *Formation continue des professeurs en Grèce pour l'éducation relative à l'environnement : évaluation d'un stage pluridisciplinaire, proposition pour un plan de formation*. Genève.

GAY, A. *Étude didactique de situations de construction collaborative de diagnostics d'élevage. Intérêt de didacticiels hypermédias pour la communication interprofessionnelle et l'opérationnalisation des savoirs théoriques*. Lyon 1.

LE MOIGNE, H. *Erreurs, décalages et ajustements dans le processus enseignement/apprentissage, lors de cours de Biologie, en classes de sixième et de cinquième*. Nantes.

LIARAKOU-FISCHER, G. *Éducation environnementale : quelle problématique écologique pour quelle éducation*. Paris 5.

RKHA, S. *Éléments pour des problèmes didactiques spécifiques en éducation pour l'environnement*. Paris 7.

ROLETTTO, E. *La nature du savoir scientifique : points de vue d'enseignants et de futurs enseignants*. Montpellier 2.

THOUMY, A. *Effets d'une formation sur les obstacles à la pratique du raisonnement expérimental chez les enseignants de biologie au Liban*. Paris 7.

ZIAKA, Y. *L'éducation à l'environnement pour les adultes à travers les médias ; aspects didactiques dans le cas de la presse écrite*. Paris 7.

1996

BOILLOT-GRENON, F. *L'évaluation, moteur de l'innovation : processus de conception d'un livre-jeu d'éducation et de vulgarisation environnementales*. Genève.

DELTOUR, N. *Étude exploratoire de l'influence relative des facteurs scolaires et extra-scolaires sur le changement conceptuel en sciences : contribution à la problématique des conceptions dans l'enseignement secondaire*. Université de Liège.

GAGLIARDI, R. *Une éducation à l'environnement pour un développement durable*. Genève.

GOIX, H. *Difficultés d'apprentissage des concepts de cristal et de magmatisme chez les élèves de collège : aspects historiques et didactiques*. Paris 7.

GOIX, M. *Les concepts de croissance et de développement : obstacles et représentations chez les élèves de collège ; propositions de situations didactiques pouvant faciliter l'apprentissage*. Paris 7.

LE MAREC, J. *Le visiteur en représentations. L'enjeu des évaluations préalables en muséologie*. Saint-Étienne.

MATHY, P. *Les choix épistémologiques, les idéologies et les valeurs dans les manuels de biologie : production d'instruments d'analyse pour la formation d'enseignants*.

OBERLIN, A. *Le public au centre de l'exposition scientifique et technique*. Genève.

1997

ABROUGI, M. *La génétique humaine dans l'enseignement secondaire en France et en Tunisie, approche didactique*. Lyon 1.

BOYER C. *Conceptualisation de la reproduction végétale à l'école primaire*. Paris 5.

BRUGUIÈRE-VERSEILS, C. *Contribution à l'identification de réseaux conceptuels associés à l'enseignement-apprentissage de l'énergie. L'enseignement-apprentissage de l'énergie pris dans un contexte pluridisciplinaire et une problématique environnementale*. Montpellier 2.

DESBEAUX-SALVIAT, B. *Un modèle biochimique, le cycle de Krebs : découverte, diffusion, enseignement à l'université et au lycée*. Paris 11.

FAVRE, D. *Des neurosciences aux sciences de l'éducation : contribution à une épistémologie de la variance*. Lyon 2.

KALALI, F. *Étude et analyse des stratégies de motivation dans l'enseignement et la vulgarisation de la biologie*. Paris 7.

PRÉVOST, P. *Le concept de régulation biologique et la formation professionnelle des agriculteurs. Études didactiques*. Lyon 1.

REYNAUD, C. *Contribution à la formulation et à la communication d'un concept d'écologie des milieux littoraux : les écosystèmes paraliques. Interprétation épistémologique et propositions didactiques*. Montpellier 2.

1998

BAZILE, J. *Éléments pour la formation à l'hygiène des opérateurs sans qualification du secteur agro-alimentaire*. Paris 7.