

UTILISATION DE L'ORDINATEUR DANS L'ENSEIGNEMENT D'UNE SCIENCE EXPÉRIMENTALE : LA BIOLOGIE AU LYCÉE

Brigitte VIALLE

INTRODUCTION

Cet article comporte deux parties : la première est rédigée à partir de mon mémoire de stage tutoré du DEA « Enseignement et diffusion des sciences et des techniques » de l'ENS de Cachan, effectué sous la direction de Maryline Coquidé-Cantor ; ce mémoire aborde la question des conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale, en biologie, au lycée.

La deuxième partie traite de l'utilisation de l'ordinateur en sciences de la vie et de la terre (et plus particulièrement en biologie) au lycée, thème étudié à partir d'une note bibliographique, élaborée également au cours de mon DEA à Cachan.

LA BIOLOGIE. UNE SCIENCE EXPÉRIMENTALE : quelle démarche est enseignée dans les classes de lycée ?

1- Problématique de l'étude.

La biologie a deux prétentions : celle d'être une science et celle de se ranger dans la catégorie des sciences expérimentales. Enseigner la biologie ne peut donc se résumer à la simple transmission d'un contenu, cela implique aussi, pour les élèves, une appropriation des procédures de validation des connaissances, ce processus renvoyant au qualificatif d'expérimental.

Selon les programmes officiels, la démarche expérimentale est préconisée dès le primaire, plus particulièrement en sciences et en technologie. Dans le secondaire, l'enseignement des sciences de la vie et

de la terre vise plusieurs objectifs dont celui de l'approfondissement de la formation méthodologique, notamment en développant la maîtrise de la démarche expérimentale. Au lycée, les travaux pratiques constituent un support essentiel de l'enseignement et sont par excellence, le cadre de l'apprentissage de cette méthode. C'est à ce niveau que l'étude a été menée et plus particulièrement en première S, dans l'option sciences expérimentales, option spécifique pour la mise en œuvre de la démarche. C'est le thème « la biologie des levures » qui a été retenu.

Le travail réalisé fait suite à une recherche conduite en 1989 par E. Orlandi¹, mais dans un autre contexte. Au cours des dix années qui séparent les deux travaux, nous pouvons noter une redéfinition de la démarche expérimentale préconisée par les instructions officielles ; en effet, il s'agit prioritairement, depuis 1992, de la construction d'une problématique à résoudre, alors qu'en 1987, la démarche expérimentale était plus située dans le cadre d'activités pratiques où le concret et la manipulation étaient davantage valorisés.

J'ai donc tenté dans cette étude de cerner les conceptions à propos de la démarche expérimentale chez trois enseignants à travers les pratiques de classe telles que ceux-ci la rapportent et la justifient au cours d'interviews. J'ai formulé à priori l'hypothèse qu'un certain nombre de choix pédagogiques sont le reflet de leurs représentations au sujet de cette démarche. Trois axes majeurs ont guidé cette étude :

- par la démarche expérimentale, quelle sorte d'esprit scientifique les enseignants ont-ils pour objectif de former chez leurs élèves ?
- si c'est une démarche hypothético-déductive qui est adoptée, quelle est la place du problème, celle de l'hypothèse, quel est le statut de l'expérience ?
- la démarche expérimentale est-elle très marquée par l'empirisme ? quelle est la place accordée aux faits ?

2- Déroulement de l'étude.

Après avoir clarifié le vocabulaire « démarche expérimentale et démarche scientifique, démarche et méthode », à partir des textes d'un certain nombre d'auteurs qui m'ont permis de construire un cadre de référence nécessaire à cette étude, l'essentiel de mon travail a porté sur l'analyse des conceptions de trois enseignants (appelés A, B, C), au

1. Orlandi E. (1991). Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. Analyse de quelques cas à propos de digestion en classe de troisième, *Aster*, 13, 1991, p. 111-132.

travers de leurs pratiques de classes, en utilisant prioritairement la méthode des entretiens semi-directifs. Une séance expérimentale a été observée afin de relever d'éventuelles distorsions entre leur discours et la réalité dans les classes. Trois angles d'approche principaux des conceptions des enseignants à propos de cette démarche ont été envisagés, à partir de l'analyse des interviews :

- la logique expérimentale mise en œuvre ;
- le style pédagogique employé ;
- les justifications des enseignants sur l'intérêt de leur pratique expérimentale pour les élèves.

*** la logique expérimentale mise en œuvre.**

Pour deux enseignants (A et B), la démarche de Claude Bernard (OHERIC : observation, hypothèse, expérience, résultats, interprétation, conclusion) caractérise la logique expérimentale mise en œuvre au cours de leurs séances. C'est une démarche linéaire, canalisée, convergente : il y a un début et une fin. L'autre modèle identifié auprès du troisième professeur (C), est une démarche divergente, de type buissonnant, avec des problèmes en cascade : c'est une démarche sans fin avec des problèmes non résolus et l'émergence d'autres problèmes en fin de séance. L'étude réalisée par E. Orlandi en 1989 faisait également référence à ces deux grands types de modèles de démarche : convergent et divergent.

Le concept de problème (c'est le « début » de leur séquence) est présent dans le discours des trois professeurs lorsqu'ils décrivent leurs séances successives sur le thème choisi : il s'agit ici du problème dans la classe, et non pas le problème du chercheur. B. Darley² précise que le problème scientifique du chercheur et le problème de l'enseignant sont de nature profondément différente et qu'il convient de bien les distinguer. Trois critères peuvent caractériser le problème tel qu'il a été présenté par les trois professeurs :

- quelle est l'origine du problème dans la classe ? pour les deux professeurs A et B, il vient du savoir transmis, pour le troisième (C), d'un projet à dominante méthodologique (fabrication de la bière en classe).
- quelle est l'identité du problème ? quel est le bon problème ? c'est celui qui a été préparé par le professeur (enseignants A et B), et

2. Darley B. (1997). *Problème scientifique en sciences expérimentales*, IUFM Grenoble.

qui en fait est résolu en fin de séance. Le bon problème est celui qui « pose problème » pour le professeur C ;

- quelle est la fonction du problème ? soit il permet de justifier un fait du savoir transmis, de l'illustrer en vue d'une généralisation ; soit il a pour rôle essentiel d'amener l'élève à construire une procédure de résolution du problème posé.

En ce qui concerne la résolution du problème, il est difficile d'envisager la phase « classique » après l'émission de l'hypothèse, celle de sa vérification, compte-tenu du peu d'importance accordée par les trois enseignants à la formulation de celle-ci. Ceux-ci s'accordent à parler de résolution du problème par l'expérience, et très peu de vérification d'hypothèse.

Le discours des trois professeurs laisse apparaître une grande diversité à propos du statut de l'expérience, dont cinq catégories peuvent être dégagées : pour voir, pour montrer, pour illustrer, pour vérifier une hypothèse, pour répondre à la question posée.

Pour les trois professeurs, la démarche mise en œuvre utilise plutôt un raisonnement de type déductif aboutissant en conclusion, soit à une résolution du problème posé avec l'apport d'une nouvelle connaissance, soit à une ouverture sur d'autres problèmes dont certains n'ont pas été résolus.

L'approche qui vient d'être faite au plan de la logique expérimentale est complétée par une analyse du style pédagogique, précisant la part dévolue aux élèves dans le déroulement de la séquence expérimentale.

**** Le style pédagogique employé.***

La démarche des enseignants A et B semble quelque peu dirigiste, les élèves étant largement guidés par le professeur dans le parcours expérimental : le problème est posé par le professeur, un protocole expérimental est presque toujours donné aux élèves et le matériel imposé ne leur laisse aucune initiative quant à la manipulation. La démarche du professeur C tente de laisser une certaine part d'autonomie et d'initiative aux élèves, sans cacher l'indispensable aide du professeur.

Nous constatons un parallélisme certain entre la logique expérimentale mise en œuvre dans les pratiques enseignantes et le style pédagogique mis en évidence à travers les trois entretiens. Nous retrouvons deux pôles principaux :

- celui des professeurs A et B qui ont une logique plutôt linéaire, fermée et une démarche assez dirigiste, laissant peu de place à l'autonomie de l'élève ;
- celui du professeur C : à une logique expérimentale ouverte, sans véritable fin, correspond un style pédagogique laissant un peu d'autonomie aux élèves.

*** *Les justifications des enseignants sur l'intérêt de leur pratique expérimentale.***

Au cours de chaque interview, après la description du déroulement de leurs séances, j'ai demandé à chaque enseignant de s'exprimer sur les raisons, le bien-fondé de leur pratique expérimentale. Leurs justifications se regroupent autour de trois points principaux, l'intérêt de la démarche expérimentale est : - de faire manipuler les élèves (professeur B) ; - de faire chercher les élèves (professeur C) ; - d'organiser le travail des élèves (professeur A).

Un seul point commun entre les trois professeurs est le rôle de cette démarche en tant qu'aide à la formulation et/ou à la compréhension des connaissances. De plus, sa mise en œuvre en classe déclenche une certaine motivation chez l'élève, ceci étant reconnu par les trois professeurs.

Des hypothèses ont été émises quant aux facteurs pouvant influencer la pratique des enseignants et leurs conceptions : leur formation universitaire, l'impact des instructions officielles et l'évolution des programmes, l'influence des manuels scolaires, l'idée qu'ils se font de la science et du chercheur.

3- Discussions et perspectives.

Dans ce mémoire, chercher à caractériser des conceptions portant sur une pratique, comporte des limites : il ne s'agit pas de s'exprimer sur un concept théorique neutre, mais sur une pratique personnelle mettant en jeu des facteurs d'ordre psychologique dépassant les arguments recueillis.

De ce travail ont émergé un certain nombre de problèmes dont je pointerai ici ceux qui m'ont paru intéressants dans un objectif d'approfondissement.

La première question qui se pose concerne les justifications des enseignants à propos de leurs pratiques. Les trois professeurs que j'ai interviewés ne se sont jamais appuyés sur le point de vue d'un expert :

quel est leur référent ? est-ce que les références universitaires ne constitueraient pas l'élément le plus déterminant en ce qui concerne leurs conceptions ? Ne pourrait-on pas analyser davantage le processus de transposition didactique du savoir universitaire au savoir enseigné ? ne faudrait-il pas revoir la formation des enseignants, avec un enseignement en épistémologie des sciences et en histoire des sciences, afin de leur donner davantage de référents philosophiques qui leur permettraient de prendre du recul par rapport à leurs pratiques ?

Le deuxième point qui mérite d'être discuté est la difficulté pour les trois professeurs d'émettre des hypothèses, alors que cette étape devrait occuper une place centrale dans l'enseignement de la biologie, d'après l'inspection générale des sciences de la vie et de la terre. Est-ce dû à une mauvaise formulation du problème ? à une méconnaissance de la démarche expérimentale ? Mais les hypothèses, qui sont des solutions provisoires à mettre à l'épreuve, peuvent être présentes dans le raisonnement sans être vraiment explicitées. Est-ce vraiment nécessaire de formaliser cette étape selon le modèle OHERIC ? Dans le livre de R. Demoune et J.-P. Astolfi³, nous pouvons relever : « *OHERIC ne répond plus ; ... ce schéma prétendument dérivé de C. Bernard s'est vite avéré n'être qu'un schéma reconstruit, largement réifié, et sans grande valeur formative, puisqu'il ne correspond ni à des procédures que peuvent suivre les élèves, ni au fonctionnement réel de l'activité scientifique.* »

Les programmes actuels des classes de lycée, en sciences de la vie et de la terre, accordent une part importante à l'utilisation des outils informatiques, dont la place est explicitée dans les instructions méthodologiques des programmes, l'accent étant mis sur le renouvellement des activités expérimentales :

L'UTILISATION DE L'ORDINATEUR EN BIOLOGIE AU LYCÉE : quelles pratiques dans les classes et quel impact sur l'enseignement ?

Une enquête réalisée par l'APBG et l'INRP⁴ en 1997 montre la forte implantation de l'informatique dans l'enseignement des sciences de

3. Demoune R., Astolfi J.-P. (1996). *Didactique des sciences de la vie et de la terre*, Paris : Nathan.

4. Clabault L., Coste M., Legrand S., Salamé N. (1997). « Diffusion et utilisation de l'informatique en sciences de la vie et de la terre », *Biologie-géologie, revue de l'association des professeurs de biologie-géologie*, n° 2, p. 311-319.

la vie et de la terre : 44 % des établissements (sur 25 académies) ont un équipement supérieur à six ordinateurs. L'usage de l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO) est quasi général.

Dans la revue de l'APBG (1992), un dossier sur l'ordinateur en biologie-géologie présente les fonctions principales de celui-ci, représentant des outils spécifiques à l'enseignement des sciences de la vie et de la terre :

- « - *l'informatique rend d'importants services à l'expérimentation ;*
- *avec l'ordinateur, l'analyse et le traitement des données sont rapides et efficaces ;*
- *l'ordinateur rend possible la simulation, la modélisation ;*
- *l'ordinateur permet de traiter les images numériques et analogiques. »*

Ces différentes fonctions seront abordées à travers les diverses pratiques pédagogiques en biologie. Comme cela a été dit au début de cet article, enseigner cette discipline implique la transmission d'un contenu et le processus de validation de celui-ci par des pratiques expérimentales.

1- Place de l'ordinateur dans les pratiques expérimentales .

Parmi les outils pédagogiques faisant appel à l'informatique, l'ExAO est désormais l'un des plus répandus en sciences de la vie et de la terre ; D. Pol⁵ précise dans son article sur l'évolution de l'ExAO de 1990 à 1997 : « *Parmi les applications aujourd'hui disponibles, l'ExAO est une de celles qui, malgré un démarrage tardif, a connu un grand succès en raison des apports scientifiques et pédagogiques qui lui sont reconnus. »*

Les apports de l'ExAO à l'enseignement des sciences de la vie et de la terre sont admis par plusieurs auteurs (Beaufils et Salamé⁶, Firpo⁷, Videaud⁸) :

5. Pol D. (1997). « Évolution de l'expérimentation assistée par ordinateur, 1991-1997 », in *Informatique et communications dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre, colloque ENS-INRP*, p. 235-240, Paris, INRP.

6. Beaufils D., Salamé N. (1989). « Quelles activités expérimentales avec les ordinateurs dans l'enseignement des sciences ? » *Aster*, 8, (*expérimenter, modéliser*), p. 55-79, Paris, INRP.

7. Firpo J.-L., Neel P., Boyer L. (1989). « Manipulations assistées par ordinateur », in *Actes des journées de Chamonix sur l'éducation scientifique, les aides didactiques*, n° 11, p. 165-169, Chamonix.

8 Videaud A. (1997). « Perspectives pour l'expérimentation assistée par ordinateur dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre », in *Informatique et communications*

- cette nouvelle technique permet de maintenir des expériences concrètes réalisées sur des phénomènes inaccessibles jusqu'à présent (par exemples : toutes les manipulations d'électrophysiologie sur les activités cardiaque, nerveuse, musculaire) ;
- les expériences peuvent être renouvelées, des exemples différents peuvent être multipliés (par exemple, l'étude de la vitesse d'action d'une enzyme en fonction de divers facteurs : pH, température, concentration en substrat) ;
- c'est une technique qui procure des gains en rapidité, précision, abondance et fiabilité sur les mesures expérimentales. Ainsi, l'élève peut aller directement aux mesures significatives et utiles au problème traité ;
- « *l'ExAO ne devrait pas être un outil de démonstration mais doit être une technique au service des élèves.*⁹ » En effet, lorsque les élèves sont deux à trois par machine, ils peuvent s'investir activement dans la conception et la mise en œuvre d'un protocole, en explorer les résultats. R. Demounem¹⁰ précise la place importante de cette technique dans la pédagogie active.

Une question se pose maintenant, compte-tenu de l'étude réalisée sur la démarche expérimentale en stage tutoré de DEA : « En quoi l'intégration de l'expérimentation assistée par ordinateur dans les travaux pratiques de biologie aide-t-elle l'élève dans l'acquisition de la démarche expérimentale ? ».

La rapidité de réalisation des expériences avec l'ordinateur permet un gain de temps : « Celui-ci est-il réellement mis à profit pour innover, par exemple dans la conception et la mise en œuvre de protocoles expérimentaux ? ».

Dans bien des cas, l'ExAO apporte des solutions à la réalisation de certaines manipulations mais « *malheureusement, l'évolution des techniques ne permet plus de proposer aux élèves certaines expériences fondamentales et le recours à la simulation sur ordinateur est une solution apportée à la mise en place de séances de travaux pratiques. Par*

dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre, colloque ENS-INRP, p. 241-244, Paris, INRP.

9. Faure P. (1991). « Utilisation de l'ordinateur en biologie-géologie », *Biologie-géologie, revue de l'association des professeurs de biologie-géologie*, n° 3, p.457-460.

10. Demounem R. (1991). « Situation de l'enseignement de biologie-géologie au lycée », in *L'informatique scientifique dans l'enseignement de la biologie-géologie au lycée*, p. 27-33. Paris, INRP.

exemple, le logiciel "fibre nerveuse" s'intègre parfaitement dans certains programmes de terminale scientifique. Ce logiciel propose différentes simulations d'expériences que l'élève peut réaliser, en recueillir les résultats puis les traiter graphiquement. »¹¹ Ainsi, la simulation se révèle tout à fait irremplaçable pour certaines expériences infaisables dans le cadre des enseignements primaire et secondaire (exemples : régulation hormonale, éthologie...). La simulation est loin de la réalité, et le point de vue de l'inspection générale de l'éducation nationale en sciences de la vie et de la terre (1993) paraît essentiel quant au processus d'apprentissage : *« Il est alors très important de préciser aux élèves qu'ils ne travaillent pas directement à partir du réel, mais à partir d'un modèle rentré dans l'ordinateur. Une véritable formation scientifique implique qu'ils en prennent conscience. »*

Pour conclure, deux points me semblent importants quant à l'expérimentation assistée par ordinateur en travaux pratiques de biologie :

- l'ExAO représente un matériel assez conséquent (ordinateur, logiciels, capteurs...) qui risque d'éloigner l'élève du contact du vivant, un des objectifs prioritaires dans l'enseignement de la biologie. Sur ce point, P.Faure¹² souligne : *« Il est important de préserver des séquences où l'élève est directement en contact avec le vivant. »*
- dans un article sur la situation de l'enseignement de la biologie-géologie au lycée, R. Demounem¹³ analyse la place de l'ExAO dans la pédagogie active : *« Ces nouvelles pratiques se développent en plus des T.P. traditionnels. »* Il paraît essentiel de replacer l'ExAO au sein des autres techniques d'expérimentation et d'observation et d'insister sur leur complémentarité, afin d'utiliser au mieux les avantages de chacune.

2- Place de l'ordinateur dans les contenus enseignés.

Le fait le plus remarquable en biologie, depuis une dizaine d'années environ, est l'évolution des connaissances fondamentales dans des domaines tels que celui des mécanismes cellulaires et moléculaires, et

11. Mereaux J., Richard D.(1991). « Utilisation du logiciel 'fibre nerveuse' en classe de terminale », in *L'informatique scientifique dans l'enseignement de la biologie et de la géologie au lycée*, p. 219-223, Paris, INRP.

12. Faure P. (1991) *ibid.*

13. Demounem R. (1991) *ibid.*

celui des relations systémiques entre les êtres vivants et leur milieu. Ces notions et ces concepts sont de plus en plus difficiles à observer et à illustrer.

Salamé¹⁴ explique dans son article, par rapport à ces évolutions : « *L'indisponibilité de matériels de laboratoire adaptés est l'une des causes du glissement vers un enseignement plus théorique. L'informatique peut permettre d'opérer un rapprochement avec les applications de la biologie et de la géologie en apportant des outils professionnels, et en introduisant des méthodes d'approche utilisées dans la recherche et dans l'industrie.* »

Ainsi, par l'apport d'outils performants, l'informatique influe sur les contenus enseignés en biologie qui évoluent, et qui, à leur tour ont un impact sur l'évolution de l'informatique. Cette relation entre l'ordinateur et les contenus enseignés est analysée dans l'ouvrage « Utilisations de l'ordinateur dans l'enseignement secondaire »¹⁵ : « ... il devient possible d'introduire dans les programmes des lycées, des questions jusqu'alors réservées aux élèves des classes préparatoires ou aux étudiants. »

L'ordinateur constitue un nouvel élément à intégrer dans les contenus enseignés. Les données en biologie sont de plus en plus nombreuses, et la nécessité de banques de données scientifiques est actuellement indispensable (en génétique, dans l'évolution) ; R Lestournelle¹⁶ en propose la classification suivante : « *disques et serveurs : disques magnétiques (disquettes, disques durs) et disques optiques (cédéroms) ; serveurs télématiques (minitels, internets) ; logiciels.* »

Le cédérom et Internet sont actuellement des banques de données incontournables et commencent à être utilisés dans les lycées. Une équipe de recherche de l'IUFM de Toulouse (1997) a travaillé sur un cédérom d'enseignement pour les classes de lycée (la cellule animale*), et en a montré les avantages : « *Le CD-ROM apporte des possibilités que ne permettaient pas les supports papier : animation, extrait de vidéos, sons ; de plus, il permet à la fois une interaction avec l'élève et une lecture plus souple et non nécessairement linéaire. Les informations sont organisées en réseau, permettant ainsi à l'élève de suivre sa propre logique de raison*

14. Salamé N.(1991). « Contribution de l'informatique au renouvellement des activités expérimentales dans l'enseignement de la biologie et de la géologie », in *L'informatique et apprentissages*, p.59-62. Paris, INRP.

15. Baron G.-L., Berard J.-M., Richard C. (1993). *Utilisations de l'ordinateur dans l'enseignement secondaire*, Paris, Hachette éducation.

16. Lestournelle R. (1992). « L'ordinateur au service de la biologie-géologie », *Biologie-géologie, revue de l'association des professeurs de biologie-géologie*, n° 4, p.749-754.

* NDLR : voir l'article de Daniel Richard dans ce numéro.

nement. » Le cédérom a également résolu le problème du stockage de textes illustrés sous forme très compacte, et permet de se constituer « *de véritables bibliothèques scientifiques et techniques.* »¹⁷

Le cédérom, comme Internet, peuvent s'intégrer dans la démarche expérimentale, en complément d'activités pratiques plus classiques ; ce sont de nouveaux outils « *comme des documents hypertextes consultables sur le Web ainsi que des banques de données facilement accessibles à tous et permettant un travail en situation d'autonomie.* »¹⁸

CONCLUSION.

Dans la première partie de cet article, j'ai tenté, à partir des résultats de mon mémoire tutoré, d'analyser le type de démarche expérimentale enseignée, à travers le discours des enseignants. La maîtrise de cette démarche constitue un des objectifs prioritaires dans la formation méthodologique des élèves du primaire et du secondaire. Deux modèles principaux de démarche ont été identifiés, mais le problème reste posé de leur impact réel sur la formation des élèves : quelle influence ont-ils sur l'apprentissage ? sont-ils déterminants pour l'acquisition des connaissances ou bien ne sont-ils que des apprentissages méthodologiques ? quel type de modèle est plus formateur pour les élèves ?

Dans la deuxième partie, à partir d'une note bibliographique, un aperçu global a été réalisé à propos des utilisations de l'ordinateur en sciences de la vie et de la terre au lycée. Les outils informatiques figurent dans les instructions méthodologiques des programmes et constituent des moyens nouveaux qui contribuent au renouvellement des activités expérimentales. Dans le rapport de synthèse de D. Beaufilet et N. Salamé¹⁹, il ressort à propos de l'informatique en sciences expérimentales : « *c'est plutôt en terme de complémentarité des utilisations de l'ordinateur "outil de laboratoire" qu'il convient sans doute d'aborder la question.* » mais aussi qu'« *il y a bien plus de possibilités d'exploitation des moyens informatiques existants que ne le permettent les programmes et la formation technique de base des enseignants et des élèves...* »

17. Jakobiak F.(1995). *L'informatique scientifique et technique*, Paris, PUF, Collection : Que sais-je ?

18. Sursin D.(1997). « Utilisation d'une banque de données paléoclimatiques pour l'étude du thème 'évolution humaine et environnement' » in *Informatique et communications dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre*, p. 95-102, Paris, INRP.

19. Beaufilet D., Salamé N. (1998). *Caractérisation et évaluation des activités scientifiques s'appuyant sur l'utilisation des outils informatiques*, Rapport de synthèse, Paris, INRP.

Un objectif prioritaire (enseigner la démarche expérimentale), des moyens nouveaux (utilisation de l'ordinateur) : ce nouvel outil de laboratoire permet-il une meilleure acquisition de la démarche expérimentale par les élèves ?

Brigitte VIALLE
Professeur à l'IUFM de la Réunion