



HAL
open science

Vers une rénovation de l'enseignement expérimental en biologie

Brigitte Faure-Vialle

► **To cite this version:**

Brigitte Faure-Vialle. Vers une rénovation de l'enseignement expérimental en biologie. *Expressions*, 2003, 22, pp.123-128. hal-02406631

HAL Id: hal-02406631

<https://hal.univ-reunion.fr/hal-02406631v1>

Submitted on 12 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VERS UNE RÉNOVATION DE L'ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL EN BIOLOGIE

Brigitte FAURE-VIALLE
Lycée Ismaël-Dauphin, Cavaillon

Résumé. – La rénovation de l'enseignement expérimental en sciences de la vie au lycée soulève de nombreuses questions. Notre recherche a ainsi porté sur les activités et les pratiques expérimentales pour repérer et caractériser les modifications éventuelles liées à l'usage de l'ordinateur au sein de l'expérimentation.

Abstract. – The renovation of experimental teaching in biology in secondary schools raises many issues. Our research focused on experimental activities and practices in order to find out what kind of changes are likely to be brought about by computer use in experimentation.

Les résultats de mes travaux de recherche doctorale (2001) portant sur la contribution de l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO) à la rénovation de l'approche expérimentale en travaux pratiques de biologie au lycée sont partagés entre permanence et changement. En effet, le duel problème-protocole et le pilotage des élèves par le protocole expérimental donné par les enseignants, que le TP soit informatisé ou non, font obstacle à une véritable rénovation de l'enseignement expérimental du point de vue de la logique pédagogique. Celle-ci reste calquée sur le modèle donné par l'enseignant « problème scientifique - protocole expérimental - résultats à analyser », selon la norme du professeur. Par contre, la présence de l'ordinateur dans l'expérimentation déplace l'objectif ressenti par les élèves interviewés à propos des tâches à réaliser en travaux pratiques. Analyser les résultats quantitatifs obtenus à l'écran de l'ordinateur est l'objectif en TP ExAO, alors qu'en TP traditionnels, l'objectif ressenti est plutôt centré sur la collecte de données qualitatives. Ceci est en accord avec ce que pensent les élèves des tâches qu'ils ont à accomplir : manipuler en TP classiques, exécuter les instructions du logiciel en TP ExAO. Une double transformation apparaît donc du côté, d'une part de l'apprenant, et, d'autre part, du déroulement de l'activité expérimentale lorsque l'élève fait usage de l'ordinateur en travaux pratiques de biologie.

Notre objectif, dans cet article, est ainsi de montrer en quoi l'étude de l'usage de l'ordinateur au sein de l'expérimentation, dans le contexte décrit ci-dessus, a permis de mettre en exergue des perspectives d'évolution de l'enseignement expérimental en biologie. Trois points sont abordés ici : l'aide que peut apporter l'ExAO à la rénovation de l'enseignement de la biologie, la source d'obstacles qu'elle peut également engendrer et les propositions qui en découlent concernant les transformations possibles dans l'enseignement expérimental.

I. L'expérimentation assistée par ordinateur, une aide à la rénovation

Considérant la progression spectaculaire des connaissances en biologie dans les domaines des mécanismes cellulaires et moléculaires, les transformations physico-chimiques, liée à une évolution des notions et des concepts de plus en plus difficiles à observer et à illustrer en travaux pratiques de biologie, le recours à des systèmes d'ExAO entraîne une nouvelle focalisation sur les phénomènes biologiques. En effet, trois grands thèmes servent de référents à l'élaboration des principaux logiciels d'ExAO : le métabolisme énergétique, l'électrophysiologie cardiaque, musculaire et nerveuse, et la biochimie axée sur l'étude des cinétiques enzymatiques. Ainsi, des expériences irréalisables en TP classiques peuvent être mises en œuvre par tous les élèves, en temps réel, sur des phénomènes biologiques complexes dont l'étude est impossible en TP traditionnels. De plus, la rapidité et la puissance de la machine permettent d'étudier plusieurs exemples pris à différentes échelles, dans des conditions expérimentales variées, avec des comparaisons possibles entre les groupes d'élèves. Par conséquent, l'ExAO devrait *a priori* faciliter l'étude du vivant.

Par ailleurs, l'ordinateur est utilisé principalement comme terminal d'un capteur de données, ce qui favorise la collecte des données en grand nombre, par la rapidité, la qualité de la mesure et la collecte automatique en temps réel. De plus, l'analyse des résultats est facilitée par les calculs de grandeurs et les affichages graphiques automatiques, sous forme d'histogrammes, de courbes cumulées et de courbes simples. Par conséquent, les activités en classe sont centrées sur l'aspect outil de l'informatique, avec la puissance et la rapidité qui le caractérisent.

Enfin, libéré de la collecte des données avec l'ExAO, l'élève dispose en théorie de plus de temps pour réfléchir par exemple sur le problème, le protocole, pour analyser et interpréter les résultats. Grâce au gain en rapidité sur

les résultats, les élèves, plus autonomes, peuvent prendre davantage d'initiatives puisqu'ils ont la possibilité de recommencer en cas d'erreur. De plus, par la compétence en informatique de certains élèves, il se crée des situations nouvelles parfois valorisantes pour le lycéen qui est souvent capable de résoudre certains problèmes de machine que le professeur ne maîtrise pas. Ainsi, avec l'ExAO, le professeur peut enseigner autrement, devenant beaucoup plus dans la classe un coordonnateur des activités.

Les éléments exposés ci-dessus présentent donc l'expérimentation assistée par ordinateur comme une aide à la rénovation de l'enseignement expérimental en biologie, des points de vue technique, pédagogique et didactique. Concernant la rénovation, précisons que les instructions officielles préconisent une évolution des dispositifs pédagogiques et des méthodes de travail en ouvrant sur des pratiques plus expérimentales. Or, les principales conclusions de mes travaux de recherche doctorale laissent apparaître des écarts entre ce que l'ExAO *a priori* devrait apporter à la rénovation de l'enseignement de la biologie et ce qui émerge des situations actuelles. C'est d'ailleurs la détection de ces écarts qui m'a permis d'avancer les propositions pour une évolution de l'enseignement expérimental qui sont présentées dans le troisième paragraphe de ce texte.

II. L'expérimentation assistée par ordinateur, une source d'obstacles à la rénovation

Dans la classe, la prise en charge des aspects techniques de l'expérimentation par les logiciels dédiés à une expérience précise apparaît plutôt comme un obstacle. En effet, les logiciels ont trois fonctions principales : la prise d'informations sur les variations de différentes valeurs mesurées par les capteurs, le traitement numérique des données expérimentales, l'enregistrement des données et l'affichage à l'écran sous différentes formes (histogrammes, courbes cumulées, courbes simples). C'est là que les élèves éprouvent des difficultés à relier les valeurs mesurées, les données affichées à l'écran de l'ordinateur et l'interprétation des résultats. D'ailleurs, une opinion commune aux enseignants interviewés concerne l'intervention de l'ordinateur en ExAO, qui n'est pas comprise par les élèves pour lesquels l'affichage des résultats à l'écran est magique. Certains enseignants parlent « d'amalgame entre mesures, gestion des données et traitement de celles-ci, trois étapes que l'ordinateur fait tout seul et trois étapes qui échappent aux élèves. » Pour ceux-ci, l'ordinateur paraît un peu artificiel dans le sens où « il brûle les étapes » que les élèves ne perçoivent pas. Certains s'expriment ainsi : « Un TP

classique, c'est nous qui faisons les expériences, qui étudions ce qu'ont voit ; c'est pas l'ordinateur qui prend la place. » Par conséquent, quelques élèves revendiquent une formation solide pour les TP informatisés afin de mieux comprendre le cheminement de l'information, car certains disent : « En ExAO, on a juste à faire une expérience, à mettre dans le bioréacteur, à taper sur une touche et voir le résultat à l'ordinateur. »

Par ailleurs, la place de l'élève dans son rapport expérimental au vivant, au cours de l'ExAO, se trouve posée. En effet, ce rapport semble plus difficile par le fait de la présence de l'ordinateur qui met de la distance vis-à-vis de l'objet d'étude. Certains élèves déclarent :

« En TP classique, c'est plus naturel, on manipule, quand j'ai des résultats concrets, je suis super-contente... Alors qu'en ExAO, non, c'est plus l'ordinateur qui a travaillé... En TP classique, on touche, c'est bien, c'est concret. »

L'aspect « outil » de l'informatique semble masquer l'intérêt pour le contenu biologique. De plus, les problèmes d'instrumentation contribuent à rendre le rapport expérimental au vivant difficile, par le fait que les élèves sont davantage préoccupés par la gestion du dispositif d'ExAO que par celle de la résistance liée au vivant. En effet, la contrainte physique concernant la chaîne de mesures d'ExAO, formée de l'ordinateur, interface et capteurs, est largement évoquée par les élèves interrogés : que ce soit le cheminement de l'information depuis la sonde à dioxygène jusqu'aux résultats à l'écran ou bien les problèmes liés à la sonde oxymétrique difficile à étalonner, la chaîne de mesures est au centre de leurs préoccupations.

Enfin, le point de vue généralement admis par la communauté scientifique (inspecteurs, chercheurs, enseignants) est celui visant à enseigner autrement lorsque l'expérimentation est assistée de l'ordinateur. Or, les résultats de mon travail montrent que c'est l'uniformité de la démarche expérimentale qui caractérise l'enseignement expérimental, qu'il y ait ou non l'ordinateur. La pratique enseignante reste calquée sur le modèle « problème donné-protocole proposé- résultats à analyser » selon la norme apportée par l'enseignant. Dans ces conditions, pour les élèves qui se rapportent à l'enseignant, la référence initiale au chercheur dans son laboratoire n'existe pas. L'élève est un exécutant de tâches élémentaires, qu'il fasse usage de l'ordinateur ou non dans l'expérimentation. D'ailleurs, l'étude sur les logiciels dédiés à un thème biologique a montré que ceux-ci sont des créations à usage pédagogique pour l'enseignement de la biologie, avec une stratégie éducative dirigée suivant un ordonnancement prévu des actions à mener par l'élève.

En conclusion, ce travail de recherche doctorale a montré que l'introduction de l'ExAO dans un enseignement traditionnel a amené finale-

ment un décalage entre cette nouvelle manière d'expérimenter et les pratiques et activités expérimentales correspondantes. C'est ce décalage qui a permis la formulation de propositions visant un enseignement expérimental rénové.

III. Vers de nouvelles pratiques expérimentales

Concernant la contribution de l'ExAO à la rénovation de l'enseignement expérimental, il ressort de ce travail que la réponse ne pouvait pas se trouver dans les pratiques de l'ExAO au lycée. Il a donc fallu expliciter des propositions qui puissent être adaptées à l'enseignement de la biologie au lycée, et qui prennent en compte des modes didactiques d'activités en cohérence, d'une part, avec les possibilités offertes par l'ExAO, et d'autre part, avec les obstacles détectés.

La première proposition concerne la constitution et la mobilisation d'un référent empirique par les élèves, favorisées par une nécessaire articulation des modes de familiarisation pratique et d'investigation empirique. En effet, les problèmes d'instrumentation largement évoqués concernent la chaîne de mesures et les logiciels d'ExAO. C'est pourquoi connaître la chaîne d'ExAO, savoir choisir le ou les capteurs, savoir réaliser les branchements spécifiques, connaître les logiciels utilisés sont de nouvelles compétences requises pour les élèves.

Le deuxième point concerne le développement de la matrice cognitive facilité par les situations d'investigation empirique permettant de gérer certains aspects de la résistance du réel. En effet, quels que soient les types de travaux pratiques, l'élève est un exécutant de consignes élémentaires éprouvant des difficultés à gérer la résistance du vivant. Ainsi, lui apprendre à résoudre un problème selon une approche ouverte relève du mode d'investigation empirique favorisé par l'ExAO. C'est pourquoi, savoir concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental (sachant qu'en cas d'erreur, il est aisé de recommencer avec l'ExAO), savoir mettre en relation valeurs mesurées et affichages graphiques, connaître et prendre en compte les caractéristiques du vivant, comprendre le contexte expérimental sont aussi des compétences requises pour l'élève.

Enfin, la troisième proposition concerne la nécessaire formation des enseignants pour une rénovation de l'enseignement de la biologie. Les descriptions détaillées de manipulations informatisées données jusqu'à présent, utilisant l'ordinateur comme instrument de mesures, nécessitent d'être dépassées afin d'éviter les travaux pratiques prêts à l'emploi qui stérilisent la réflexion et qui risquent d'installer des routines. Maintenant, une formation

centrée sur une évolution des pratiques se doit d'intégrer l'ExAO dans des situations de résolution de questions de biologie selon des modes didactiques variés, articulés et choisis en fonction de finalités clairement définies, dans des situations favorisant l'étude du vivant. La chaîne de mesures de l'ExAO devient alors un instrument opératif d'investigation empirique permettant à l'élève de s'investir dans de véritables expérimentations pendant lesquelles le professeur peut alors enseigner autrement en apprenant à l'élève à chercher dans une démarche de recherche, plutôt que de lui transmettre les informations manquantes.

Pour conclure, si les innovations concernant une exploration des possibilités techniques offertes par l'ExAO paraissent justifiées, c'est la place des activités et des pratiques expérimentales associées qui est en jeu actuellement, dans l'esprit des programmes et dans la réalité de l'enseignement, selon des finalités éducatives bien définies. L'usage de l'ExAO, et des TICE en général, est donc vu comme un important moyen de renouveler et d'améliorer l'enseignement. Mais, comme tout instrument, l'ordinateur est efficace dans la mesure où il est exploité pour des pratiques et des activités adaptées à des buts et à des situations bien déterminées. L'élément déterminant est donc la manière dont la technologie est incorporée dans la démarche pédagogique. La technologie en elle-même et par elle-même ne modifie pas directement l'enseignement et l'apprentissage.

Bibliographie

- BARON G.-L. (1996), *L'Informatique et ses usagers dans l'éducation*, Paris, PUF, coll. « L'Éducateur ».
- CHEVALLARD Y. (1998), *La Transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La Pensée sauvage, réédition revue et augmentée (1^{re} édition : 1985).
- COQUIDÉ M. (1998), « Les Pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles », in « L'enseignement scientifique vu par les enseignants », *Aster*, n° 26, Paris, INRP.
- FAURE-VIALLE B. (2001), *L'Expérimentation assistée par ordinateur dans l'enseignement des sciences de la vie au lycée, aide et obstacle à la rénovation de l'approche expérimentale*, thèse de doctorat, Paris V.
- LATOURET B. (1989), *La Science en action*, Paris, La Découverte.
- MARTINAND J.-L. (1986), *Connaitre et transformer la matière*, Berne, Peter Lang.