

Approche méthodologique pour faire évoluer la pédagogie en TD vers un apprentissage actif soutenu par des TICE

Muriel Ney¹, Roger Nifle², Sandrine Charles¹, Mônica Macedo-Rouet³, Lionel Humblot¹,
Christophe Batier⁴

1- Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, Université Claude Bernard, Lyon 1, 69622
Villeurbanne cedex, France

2- Institut de l'Humanisme Méthodologique, Chemin de Pinton, 26780 Allan, France

3- Laboratoire URSIDOC, Université Claude Bernard, Lyon 1

4- Service PRACTICE, Université Claude Bernard, Lyon 1

ney@biomserv.univ-lyon1.fr

Résumé

L'utilisation des TICE comme moyen d'améliorer l'attractivité et la qualité des études scientifiques à l'université Lyon 1 résulte d'un constat qui nous a poussé à repenser profondément notre pédagogie, en particulier lors des travaux dirigés (TD) et pratiques. Le TD traditionnel se réduit trop souvent à un "cours de rattrapage" du cours magistral centré sur la préparation aux examens. Il se situe dans un contexte universitaire d'enseignements disciplinaires et cloisonnés. On y propose le plus souvent des problèmes désincarnés (c'est le problème de qui ?), déconnectés des réalités (économiques ou culturelles) de notre époque et finalement peu propices à éveiller le questionnement chez les étudiants. De nombreux travaux (AIPU 2002) nous ont convaincus de la nécessité d'introduire dans nos enseignements un apprentissage actif qui rende l'étudiant acteur (non seulement avec ses mains mais aussi avec sa tête) et pourquoi pas auteur de ses connaissances et de ses compétences. Nous présentons ici la démarche que nous avons adoptée pour faire évoluer notre pédagogie, ces trois dernières années, depuis des TD traditionnels jusqu'au TD actuels en apprentissage actif, en passant par l'introduction des TICE. Cette démarche a abouti à un scénario pédagogique réunissant les conditions suivantes :- Des situation-problèmes sous forme de défis qui donnent du sens à l'activité et font émerger le questionnement chez les étudiants. - Des activités de recherche d'informations sur un site web et de résolution de problème passant par l'analyse de données acquises par expérience simulée.- Le rôle positif du travail de groupe. - Une pédagogie de la réussite (tout le monde aboutit, grâce au groupe). - Une amorce de métacognition (prendre du recul sur son apprentissage et sa méthode de travail).- Un enseignant qui devient tuteur, plus accompagnateur que simple transmetteur de savoir. Ce scénario a été construit à partir de trois analyses (1) épistémologie du domaine enseigné, (2) contexte et objectifs pédagogiques généraux et enfin (3) buts du projet pédagogique. Ces analyses ont été effectuées par les méthodes d'élucidation de Sens et de créativité proposées par l'Humanisme Méthodologique (<http://coherences.com>).

Introduction

Dans notre université, on constate une baisse du nombre d'inscrits en sciences. De plus, les moyennes aux examens sont décevantes et le taux d'abandon important, en première année. Il y a de nombreuses causes possibles, de différents ordres (Porchet, 2002 et 2003), parmi lesquels on peut noter des conceptions assez répandues chez les enseignants à propos des étudiants, comme leur manque de motivation « les étudiants ne s'intéressent plus aux sciences » ou leur incapacité d'acquérir des méthodes scientifiques « les étudiants n'ont pas le niveau ».

Nous allons tâcher de montrer ici que l'utilisation des TICE comme moyen d'améliorer l'attractivité et la qualité des études scientifiques à l'université pousse les enseignants à repenser profondément leur pédagogie. La raison est sans doute qu'il existe un lien entre la conception de la pédagogie et celle des usages des outils TICE associés. Nous allons d'abord explorer brièvement ce lien. Puis après un résumé de l'évolution de l'enseignement des mathématiques pour les sciences de la vie à Lyon 1, nous nous centrerons sur l'approche méthodologique que nous avons développée à l'occasion de la mise en place d'un apprentissage actif intégrant des TICE.

Conceptions de la pédagogie et conception de l'usage des TICE

Partant de différentes conceptions de la pédagogie, nous tentons d'identifier les usages des TICE qui leur sont préférentiellement associés. Seule quatre conceptions seront envisagées ici (voir Nifle, 2002, pour une analyse plus approfondie, mais aussi, Lebrun, 2002) et présentées dans le cadre de notre enseignement interdisciplinaire des mathématiques en sciences de la vie.

La « pédagogie de l'entraînement » enseigne des procédures, des méthodes de calcul et des modèles qui marchent. Il y a une certaine proximité entre cette vision et les approches empiristes en sciences expérimentales ainsi que le béhaviorisme qui met l'accent sur le rôle du conditionnement et du renforcement dans l'apprentissage. Les TICE sont très utiles comme aide à la correction automatique de fautes et comme accompagnement d'entraînement aux examens. On conçoit des didacticiels et des leçons linéaires, séquentielles, intégrant de nombreux exercices et tests.

La « pédagogie explicative » apprend à faire des calculs et des raisonnements mathématiques, mais pas à s'en servir pour se poser et résoudre des problèmes de biologie. C'est la formule mathématique, le résultat, qui « explique » le phénomène biologique. Dans cette optique, les TICE soutiennent le raisonnement explicatif des phénomènes et des concepts grâce à des illustrations de différents registres : la langue maternelle, les graphes, les schémas dynamiques, les formules mathématiques etc. (Duval, 1995).

La « pédagogie adaptative » ne demande pas de comprendre ni d'agir, mais de savoir observer. Il est important de faire un cours aussi complet que possible et d'organiser de nombreux contrôles continus pour obliger les étudiants à travailler. Un grand nombre d'observations doivent être accumulées dans l'idée que l'essentiel se trouve dans les interactions observées. Les TICE sont introduites dans le but de construire des plates-formes pédagogiques à destination des enseignants ou des étudiants, sur le modèle de l'enseignement assisté (programmé) par ordinateur. Le contenu

est modulaire à l'extrême et l'enseignement consiste à faire les liens entre ces petits modules pré-fabriqués.

La « pédagogie expérientielle » place l'étudiant au centre du processus d'apprentissage et le guide sur un chemin de connaissance et de compétence. Certains courants humanistes se rapprochent de cette vision par le lien qu'ils font entre objectifs d'apprentissage et objectifs de développement de la personne. Le chemin de maîtrise proposé par l'enseignant aux apprenants est proche du chemin de connaissance, certes plus erratique, du chercheur. Les TICE vont soutenir la réalisation de mises en situation où l'apprenant prend une responsabilité dans la construction de cette situation. On pourrait même imaginer que des scènes virtuelles soient conçues par l'enseignant et toute la communauté concernée, des chercheurs, des partenaires, etc. Cette communauté construirait l'ouvrage à distance mais dans une grande proximité (humaine) (Nifle, 2004, mais aussi, Germain-Rutherford, 2004).

Dans le cadre de cette dernière pédagogie, l'enseignant doit donc d'abord se demander quel est ce chemin de connaissance et comment y accompagner l'étudiant. Nous allons voir à présent de quelle façon nous avons introduit un apprentissage actif (colloque AIPU 2002) dans notre enseignement en vue de le faire évoluer vers ce type de pédagogie.

Evolution de l'enseignement des mathématiques en sciences de la vie à Lyon 1

A Lyon 1, les TICE ont été introduites dans une formation aux sciences de la vie en 2001 : plusieurs disciplines ont eu alors la possibilité de diminuer le nombre de cours magistraux (CM) et de travaux dirigés (TD) au profit de travaux tutorés (TT), à savoir des séances pour 15 étudiants disposants tous d'un ordinateur. Dans cette expérience pilote, les conceptions pédagogiques (non explicites) varient d'un enseignant à l'autre, des pédagogies de l'entraînement, explicative ou adaptative, ou une combinaison de plusieurs d'entre elles.

En 2001 ce n'est pas un problème de renouvellement de la pédagogie qui est posé mais plutôt une tentative d'améliorer l'attractivité et la qualité des études scientifiques à l'université grâce aux TICE.

De 2001 à 2003, l'équipe pédagogique du laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive développe un site web « MathSV » (Charles et al, 2003, Ney et al, 2003) pour un cours de mathématiques (analyse, algèbre, probabilités, statistiques) pour les sciences de la vie : <http://mathsv.univ-lyon1.fr>. En TT, les étudiants font des QCM sur le site. Ces tests QCM sont conçus comme une invitation à aborder le cours par le questionnement et comme un facteur de motivation par son côté interactif. Une évaluation de l'impact des TT sur l'apprentissage est présentée séparément (Macedo-Rouet et al, 2004).

Une nouvelle question a émergée de cette expérience pilote : Peut-on améliorer la qualité des études scientifiques à l'université à l'aide d'apprentissages actifs ? Pour y répondre de nouveaux TT sont mis en place qui intègrent un apprentissage par problème (APP). Ceci amène une nouvelle question qui est de savoir comment les TICE s'intègre dans un APP. Cet apprentissage par problème a ainsi été expérimenté par 460 étudiants entre février et mai 2004.

Concevoir des TT : approche méthodologique

Nous allons détailler ici trois étapes dans la conception d'un apprentissage par problème intégrant les TICE, ceci pour un enseignement spécifique même si ces étapes peuvent être appliquées à d'autres contextes. La première étape explicite les objectifs généraux et le contexte de la mise en place de cet apprentissage. La seconde étape, inhabituelle mais essentielle, pose les bases épistémologiques permettant de préparer le cheminement des étudiants dans la connaissance d'une approche méthodologique de la biologie (ici nous prendrons l'exemple de l'approche probabiliste et statistique). La dernière étape aborde les objectifs pédagogiques spécifiques et la manière dont ils ont été traduits sur le plan de l'usage des TICE.

1. Le contexte et les objectifs généraux

Il s'agit de mettre en place un apprentissage par problème sur 8 séances de 1h30 pour des étudiants en première année en science de la vie à l'université Lyon 1. Les objectifs généraux de l'équipe enseignante mettant en place les TT étaient multiples : - motiver les étudiants - les impliquer dans cet apprentissage pour palier une certaine passivité constatée dans les filières classiques où les étudiants semblent principalement motivés par la préparation aux examens, et enfin - améliorer les connaissances et compétences des étudiants. Ces compétences sont interdisciplinaires (Charles, 2004) d'où une certaine difficulté de positionnement de cet enseignement : les outils mathématiques utilisés prennent du sens dans le contexte du problème biologique posé. Mais quel est ce sens ? Il est important de ne pas passer trop vite sur la démarche de formaliser puis traduire en langage mathématique une question de biologie au risque de faire apparaître la biologie plus comme un prétexte que comme la source du travail formel.

La méthodologie de travail proposée aux étudiants est celle du travail en groupe de 4 ou 5. Traditionnellement un apprentissage par problème inspiré de l'enseignement médical de Maastricht et de Sherbrooke comporte trois grandes étapes (qui se déclinent en sous étapes que nous ne détaillerons pas ici) : une étape en groupe ayant pour but de poser le problème, une étape de recherche individuelle et une dernière étape de mise en commun et de bilan.

Pour l'accompagnement des étudiants par les tuteurs, titulaires ou doctorants, deux guides sont élaborés, un guide pour les étudiants et un autre pour les tuteurs, reprenant le modèle de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université Catholique de Louvain-La-Neuve (Raucent, 2004). En bref, quatre types de rôles sont confiés aux tuteurs. « Conduire » : les étudiants ont besoin d'être guidés dans leur démarche. Le tuteur leur propose une méthode de travail et effectue des interventions qui permettent au groupe de passer par les étapes attendues. « Questionner » : le tuteur n'est pas là pour résoudre le problème ni pour transmettre ses propres connaissances sur le sujet. Plutôt que de donner des solutions, il privilégiera les questions pour : contrôler le niveau de compréhension, pousser à approfondir, aider à poser de nouvelles hypothèses et à explorer de nouvelles parties du cours. « Faciliter » : par les encouragements, le tuteur tente de créer un bon climat de travail dans le groupe. « Diagnostiquer » : par l'observation de chaque groupe et de chaque étudiant dans le groupe, le tuteur détecte les problèmes de dynamique du groupe, les difficultés individuelles des étudiants.

2. Epistémologie du domaine

L'apprentissage par problème se met en place à partir du moment où l'on a une idée du cheminement intérieur que l'étudiant va parcourir pour identifier puis répondre au problème. Reconstruire ce cheminement est un travail épistémologique que nous avons ébauché avant la mise en place de cet apprentissage des mathématiques. Prenons à titre d'exemple une partie du programme, à savoir les approches probabilistes et statistiques. A partir d'une analyse des concepts et de la philosophie de l'approche probabiliste, trois grandes étapes du cheminement intérieur ressortent de notre analyse (selon les méthodes d'élucidation de Sens et de créativité proposées par l'Institut de l'Humanisme Méthodologique, Nifle, 1986).

(1) Expérimenter l'approche déterministe et son échec pour cause d'intervention de l'alea. Se positionner comme celui ou celle qui cherche une explication/une solution et, enfin, expérimenter l'alea et le besoin d'une approche probabiliste.

(2) Problématiser dans une démarche probabiliste afin de poser le problème, de définir les objectifs pour y répondre, le projet, et d'émettre des hypothèses (non sans avoir constaté l'échec de méthodes trop intuitives ou trop simplistes).

(3) Développer la démarche probabiliste/statistique et conclure : prendre position en situation d'incertitude, proposer une réponse, une décision, et la confronter à l'ensemble des « réponses acceptables ».

3. Les objectifs pédagogiques spécifiques

A nouveau, nous ne parlerons que de la partie probabilité-statistique du cours à titre d'exemple (cela concerne 5 séances de TT).

Les notions importantes du cours sont définies, celles qui sont enseignées depuis longtemps dans ce cursus, comme par exemple la variabilité dans le monde du vivant, les lois de probabilités, l'estimation de paramètres statistiques, les tests d'hypothèse.

Une attention particulière est portée sur les objectifs pédagogiques, par exemple celui d'apprendre à traduire une question biologique en langage mathématique, ce qui ne se résume pas simplement à connaître les définitions mathématiques.

Une fois notre conception de la pédagogie (expérientielle) et le cheminement intérieur de l'apprenant explicités, des supports pédagogiques dédiés ont été développés comme les énoncés des problèmes, les expériences virtuelles qui les accompagnent et le minutage des TT. Les différentes étapes vues plus haut sont traduites dans le contexte particulier d'un problème faisant appel aux statistiques.

Les outils pédagogiques utilisés sont :

- la situation-problème conçue pour amener les apprenants à faire l'expérience de « la prise de décision en situation d'incertitude et de la confrontation des solutions » (cf. annexe).

- une expérience virtuelle permettant aux étudiants de recueillir des données et ainsi d'« expérimenter la variabilité ». Une animation développée en flash par PRACTICE (Batier, 2004) permet aux étudiants d'explorer une forêt et de recueillir des données statistiques sur les diamètres des arbres. Ils peuvent générer plusieurs échantillons et comparer leurs échantillons avec ceux des autres étudiants (par un système de base de données, les 460 étudiants ont la possibilité de visualiser sur un même histogramme les moyennes des échantillons de tous).

- un site web, MathSV, et plus particulièrement sa rubrique « cours » qui va aider les étudiants à « problématiser dans une démarche probabiliste puis poser des hypothèses ». Ce site a été présenté lors du colloque annuel de l'AIPU en 2003 (Ney et al, 2003).

- un guide du tuteur pour favoriser le cheminement intérieur de l'étudiant. Ce guide propose aux tuteurs un certain nombre de questions à poser, de manière opportune, aux étudiants ainsi que des objectifs d'apprentissage précis.

Conclusion

La mise en place de cet apprentissage par problème intégrant des TICE a demandé à l'équipe enseignante de travailler en cohésion et de s'initier aux nouvelles méthodes pédagogiques. Les sondages réalisés auprès des étudiants et des tuteurs en fin d'année laissent penser que ce type d'enseignement a un impact sur la motivation et sur l'implication d'une partie des étudiants dans leur apprentissage. Certains d'entre eux restent toutefois plus accrochés à l'enseignement traditionnel qui reste largement majoritaire et les conduit bien trop souvent à n'être motivé que par la note aux examens.

Les TICE ont été un vecteur de changement mais surtout nous ont posé des questions pédagogiques. Nous avons fait le choix d'une pédagogie expérientielle ce en quoi nous nous démarquons des habitudes universitaires françaises.

Pour concevoir des séquences pédagogiques, nous proposons une méthodologie en trois étapes reposant sur trois analyses:

1. Le contexte et les objectifs généraux
2. L'épistémologie du domaine
3. Les objectifs pédagogiques spécifiques

Les TICE ne sont qu'un support au type de pédagogie choisi. D'ailleurs, un même outil TICE peut s'utiliser différemment selon la conception de la pédagogie de l'enseignant. Ainsi, nous avons intégré les TICE dans une pratique de type apprentissage par problème en utilisant des outils TICE préexistants avec un nouvel usage (site web) et en développant d'autres outils TICE dédiés (expériences virtuelles).

Ce type d'enseignement nécessite en permanence une recherche dynamique. Il est basé sur une approche théorique et une pratique que nous devons sans cesse réajuster en fonction du quotidien des étudiants et des tuteurs afin de réaffirmer le sens que nous voulons donner à notre pédagogie.

Références

Batier C., S. Charles, L. Humblot, M. Macedo-Rouet, M. Ney, J. Randon (2004) « *SPIRAL* » : *une plate forme pédagogique aboutissement de 8 ans d'usage des TICE à l'Université Lyon I* Actes du colloque annuel de l'AIPU, Marrakech, mai 2004.

Charles S., M. Ney, D. Mouchiroud, L. Humblot et C. Batier (2003) *Un site web pour l'enseignement interdisciplinaire des mathématiques en biologie* Actes de la conférence EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain), Strasbourg, avril 2003.

Charles S. (2004) « *Mathématiques et Informatique du Vivant* » : *une formation interdisciplinaire qui voit le jour grâce au LMD*. Actes du colloque annuel de l'AIPU, Marrakech, mai 2004.

Duval, R. (1995) *Sémiosis et pensée humaine, registres sémiotiques et apprentissages intellectuels* Berne : Peter Lang.

Germain-Rutherford A. (2004) « *FacultyDevelopment.ca* » *un projet pan-canadien pour l'avancement de la pédagogie universitaire* Actes du colloque annuel de l'AIPU, Marrakech, mai 2004.

Lebrun, M. (2002) *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre, quelle places pour les TIC dans l'éducation ?* Bruxelles : De Boeck Université.

Macedo-Rouet M., M. Ney, S. Charles, C. Batier, L. Humblot, G. Lallich-Boidin (2004) *Ergonomie des sites web pour l'enseignement des mathématiques : Une étude sur le site MathSV* Actes du colloque annuel de l'AIPU, Marrakech, mai 2004.

Ney M. et S. Charles (2003) *Les étudiants en premier cycle à l'université des sciences : innover pour motiver* Actes du colloque annuel de l'AIPU, Sherbrook CA, mai 2003.

Nifle, R. (1986) *Au cœur du sujet. La théorie de l'Instance et des cohérences*. Toulouse : Editions de Poliphile.

Nifle, R. (2004) *Cités macropédagogiques* Actes du colloque annuel de l'AIPU, Marrakech, mai 2004.

Raucent, B., J.-M. Braibant, M.-N. De Theux, C. Jacqmot, E. Milgrom, C. van der Borght, P. Wouters (2004). *Devenir ingénieur par apprentissage actif : compte-rendu d'innovation* Didaskalia n°24.

Références sur Internet

Nifle, R. (2002) *Postulats et postures scientifiques, mathématiques et pédagogiques*. <http://coherences.com>.

Nifle, R. (2003) *La cité macropédagogique : théorie et pratique de la pédagogie du virtuel et de ses perspectives*. <http://coherences.com>.

Porchet, M. (2002) *Les jeunes et les études scientifiques : les raisons de la désaffection, un plan d'action*. Rapport à l'attention de Monsieur le Ministre de l'Education Nationale.
<http://www.education.gouv.fr/rapport/porchet.pdf>

Porchet, M. (2003) *Attrait et qualité de études scientifiques universitaires* Rapport à l'attention de Monsieur le Ministre de l'Education Nationale.
<http://www.education.gouv.fr/rapport/porchet0303.pdf>

Annexe

Problème pour les TT de statistiques

Vous êtes l'assistant d'un ingénieur forestier de l'Office National des Forêts.

Vous allez procéder à la révision annuelle des forêts afin de décider des coupes à blanc à prévoir, dans un massif du Vercors.

Une évaluation des coupes se basant sur vos propositions sera ensuite effectuée afin de confectionner le catalogue des ventes d'automne. Par ailleurs, vos propositions permettront de choisir les modalités de plantation d'arbres, ces modalités pouvant avoir un impact sur la répartition des arbres et sur leur croissance.

La valeur marchande de l'arbre augmente avec son diamètre. Une forêt est exploitable si le diamètre moyen des arbres qui la composent est supérieur à 50 cm.

Vous avez la possibilité de connaître les diamètres des arbres de quatre forêts à l'aide d'une expérience virtuelle (à partir du site MathSV) :

la forêt des Coulmes (naturelle), la forêt de la Loubière (une plantation sapinière plantée en 1930), la forêt d'Ambel (une plantation de sapins de 1932) et la forêt de Lente (une plantation de sapins de 1949).

1ère partie : Proposez une méthode qui permette de reconnaître les forêts exploitables dès à présent. Appliquez-la aux quatre forêts citées.

2ème partie : Proposez une méthode qui permette de déterminer un ordre de priorité dans l'exploitation des forêts sélectionnées pour la coupe, selon leur valeur marchande.

3ème partie : Après avoir étudié la répartition spatiale des arbres des quatre forêts, proposez une stratégie de plantation qui vous parait rentable.

Vous travaillerez successivement sur chaque partie. Vous rédigerez un compte-rendu détaillé justifiant votre choix pour chacune des trois parties, en restant le plus général possible.

Ce problème ainsi que l'ensemble des documents pédagogiques cités sont disponibles sur le site web MathSV <http://mathsv.univ-lyon1.fr> dans la rubrique Infos/Fiches pédagogiques.