

UTILISATION PEDAGOGIQUE DE L'INFORMATIQUE

Depuis plusieurs années, nous avons largement fait appel à l'informatique pour la rénovation de l'enseignement en première année de DEUG A. Cette utilisation comporte plusieurs aspects que nous allons présenter successivement. Une utilisation de l'informatique consiste en l'introduction de séances de travaux pratiques sur ordinateur, mettant en oeuvre un coté expérimental nouveau des mathématiques. Une autre utilisation de l'informatique est faite pour l'élaboration de documents de travail très soignés pour les étudiants.

PRESENTATION DES TRAVAUX PRATIQUES DE MATHÉMATIQUES SUR ORDINATEUR

Depuis trois ans, des logiciels ont été élaborés pour illustrer des notions fondamentales abordées dans le cours de mathématiques. Les étudiants peuvent les utiliser sans aucun apprentissage informatique préalable. Ces logiciels permettent de visualiser des phénomènes comme les solutions d'équations différentielles, ou la résolution d'un système par la méthode de Gauss par exemple. En deux heures, l'étudiant peut confronter de nombreux exemples, et ainsi développer son intuition mathématique, assimiler les notions théoriques vues en cours en les visualisant. Cette activité devant l'ordinateur est précédée d'un travail personnel de préparation et suivie par un travail de synthèse et de réflexion.

Cette activité est nouvelle, il n'existe pas de logiciels adaptés déjà réalisés. Pour la mettre en place de façon régulière, il faut créer de tels didacticiels. Les logiciels utilisés à Lille ont été soit créés par notre collègue Carlos Sacré pour les équations différentielles ou la méthode de Gauss, soit adaptés par lui à partir d'autres logiciels, soit nous ont été fournis par d'autres collègues réalisant le même type de travail (M. Jarraud pour l'intégration par exemple). Ces logiciels sont très soignés du point de vue de l'interactivité, ce qui les rend agréables à utiliser.

Travaux pratiques actuellement disponibles

- Suites, relation entre epsilon et N. La suite est entrée par l'étudiant, ainsi que les paramètres epsilon, L (limite), et le nombre de termes à étudier, et le logiciel dessine la suite et donne N à partir duquel la distance à L est inférieure à epsilon.
- Suites sur multiplan. Le tableur permet de calculer un certain nombre de termes (limité par la dimension du tableau) de la suite entrée par l'étudiant. Celui-ci peut alors conjecturer au vue des valeurs numériques. C'est le seul TP présentant un aspect de programmation, à vrai dire très réduit : comment utiliser les possibilités du tableur pour saisir une suite récurrente...
- Intégration. Visualisation des méthodes numériques d'intégration pour une fonction entrée de façon interactive (rectangles, Riemann, Darboux, Trapèzes, Monte-Carlo) ; calculs par chacune de ces méthodes ainsi que par la méthode de Simpson.
- Equations différentielles (premier ordre). Equation rentrée par l'étudiant ; le logiciel permet de visualiser le champ de tangentes, et de tracer la solution passant par un point au choix de l'étudiant.
- Méthode de Gauss. Visualisation des plans correspondants aux équations d'un système linéaire à trois inconnues. Possibilité de "pivoter" pour trianguler ou diagonaliser, avec visualisation à chaque étape des modifications géométriques.

Principe des TP : Selon le TP, il est demandé ou non un travail de préparation (par exemple, pour les équations différentielles, un régionnement pour les équations proposées). Le TP proprement dit dure 1h30 à

2 heures. Dans un délai de l'ordre d'une semaine, les étudiants ont à réaliser un compte rendu. Pour chaque TP une fiche d'accompagnement précise l'éventuel travail de préparation, le mode d'emploi du logiciel, le matériel mathématique (les suites, ou les équations..) sur lequel portera le TP, et les questions auxquelles il faudra répondre dans le compte rendu.

Ce que les TP peuvent apporter aux étudiants :

- Illustration d'un phénomène mathématique qui sans le TP aurait pu rester du domaine de l'abstraction (méthode d'intégration numérique par exemple).
- Concrétisation d'un concept qui peut se faire automatiquement par le simple fait de manipuler, sans qu'il soit besoin d'insister (détermination par un point de la solution d'une équation différentielle).
- Possibilité de conjecturer, et éventuellement de démontrer ensuite, à partir d'un résultat observé (tracé d'une solution).
- Réaction à avoir devant l'observation d'un phénomène aberrant. Ces phénomènes sont dus à l'approximation des calculs, soit du fait de la méthode elle-même qui perd sa précision dans certaines circonstances (solutions de $y' = -x/y$ au voisinage de $y = 0$), soit à cause des arrondis de la machine (stabilité d'un point fixe pour une suite récurrente, suite convergente qui paraît diverger, ou inversement). L'étudiant est amené à essayer d'expliquer pourquoi il n'obtient pas le résultat auquel il s'attendait.
- Autonomie relative par rapport au compte rendu : les questions sont posées de façon suffisamment souple pour laisser à l'étudiant le maximum d'initiative. De plus, les divers paramètres ont été le plus souvent choisis par l'étudiant ou le binôme et il est possible de tomber sur un cas original.

La rédaction d'une fiche d'accompagnement qui permette d'observer les cas intéressants tout en laissant une part suffisante d'initiative aux étudiants demande beaucoup de travail (en moyenne une vingtaine d'heures). Notre collègue Carlos Sacré évalue à une centaine d'heures au minimum le temps passé pour l'élaboration d'un logiciel. Pour les collègues qui se sont mis à l'utilisation des travaux pratiques, tous constatent que la non connaissance de l'informatique ou de la programmation n'est pas un obstacle. L'encadrement et la correction des travaux pratiques est un travail assez différent des classiques travaux dirigés, mais l'intérêt manifesté par les étudiants et le profit visible qu'ils en tirent est un grand encouragement dans ce travail. Il semble qu'une séance de deux heures demande ensuite aux étudiants une quinzaine d'heures de travail s'ils veulent faire un compte rendu approfondi.

(Les collègues intéressés qui souhaiteraient se procurer logiciels et fiches de TP peuvent s'adresser à Carlos Sacré, Batiment M2, Université de Lille Flandres-Artois, 59655 Villeneuve d'Ascq CEDEX.)

REDACTION DE DOCUMENTS PEDAGOGIQUES

Depuis environ trois ans nous avons élaboré Carlos Sacré et moi-même, en utilisant le logiciel $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ des fiches de travaux dirigés. Ces fiches sont élaborées soit collectivement, soit individuellement. Ces séquences sont testées, critiquées et améliorées avec l'aide d'autres collègues. Quand elles nous paraissent à peu près au point, elles sont présentées sous forme très soignée : fiches de travaux dirigés, documents d'autoapprentissage, documents de cours, fiches pédagogiques à destination de nos collègues. Nous développons de plus en plus des documents d'autoapprentissage de niveaux différents qui guident les étudiants dans leur travail personnel, et qui, par un choix de difficultés variées permettent à la fois de donner du travail aux bons étudiants sans décourager les étudiants plus faibles qui ne font qu'une partie du travail proposé. Cette forme de travail met à la disposition de tous un matériel riche résultant de diverses expérimentations en France et d'échanges, tout en laissant à chaque enseignant une entière liberté et responsabilité pédagogique, ce qui nous paraît fondamental. Ce matériel doit représenter un plus pour chacun et non un facteur de sclérose. Cette année une cinquantaine de collègues sont abonnés à ce fichier et ceux qui le désirent peuvent utiliser ces fiches avec leurs étudiants. La forme d'impression permet chaque année les modifications et enrichissements en fonction des suggestions faites par les utilisateurs. Nous insistons sur la qualité de la présentation à une époque où cette qualité s'impose pour être crédible face aux divers médias ; habitués à des présentations très soignées, les étudiants dévaloriseront des documents mal présentés même si le fond en est riche.

Nous sommes convaincus que ce type de travail est payant pour améliorer la qualité de l'enseignement, même si l'investissement en temps qu'il représente est lourd. La forme classique de travail à l'université avec suivi personnalisé des étudiants par l'enseignant est maintenant irréalisable au niveau du premier cycle. Il faut développer un système de contrôles réguliers permettant à chaque étudiant d'évaluer son travail. Un

système de documents de travail avec des niveaux de difficulté variés permet à chaque étudiant un travail personnel.

L'apport de l'informatique est ici multiple :

- La possibilité de réaliser des tracés de graphes, de solutions d'équations différentielles, de champ de vecteurs est un apport extrêmement important et change effectivement la conception de l'enseignement.
- Nous n'avons pas encore eu le temps d'utiliser des logiciels de calcul formel mais cela est dans nos projets.
- L'apport de logiciel tels que \TeX permet de "capitaliser" d'une année sur l'autre le travail que chaque enseignant fait pour l'élaboration de ses séances de TD. Cela permet des échanges et une certaine rationalisation de ce travail. Même si à l'heure actuelle, ce fichier nous a demandé personnellement à chacun d'entre nous un important travail, nous sommes convaincus que c'est l'une des voies qui permettront de rendre supportable à terme le surcroît de travail actuel dans les universités avec l'accroissement du nombre d'étudiants et permettront une meilleure concertation entre les enseignants.
- Nous espérons que ce type de travail permettra de dépasser le côté très artisanal de notre travail d'enseignant. Nous souhaitons que le culture de chaque enseignant et ses compétences particulières permette une amélioration du travail du maximum d'enseignants. Notre souhait est de voir fonctionner en France, à propos des enseignements de mathématiques de premier cycle un réseau d'échanges entre ceux qui sont intéressés par l'élaboration de tels documents. Il est clair que ceci est tout à fait possible avec l'utilisation d'un logiciel tel que \TeX , mais cela ne fait pas encore partie des habitudes universitaires et cela est sans doute en contradiction avec le mode actuel de reconnaissance et de validation du travail des enseignants.

(Pour se procurer le fichier de Deug A1 écrire à Carlos Sacré ou Eliane Cousquer, bâtiment M2, Université de Lille Flandres-Artois, 59655 Villeneuve d'Ascq CEDEX)