

Cours en ligne de mathématiques générales appliquées à l'économie et à la gestion

Philippe Langenaken^(*)

Tout a commencé au printemps 2001 par un appel à projets du programme Formadis, initié par notre Ministère de l'enseignement supérieur.

Nous avons répondu présents et c'est ainsi qu'un peu plus de deux ans plus tard, nous avons pu proposer pour la rentrée académique 2003-2004 un cours en ligne de mathématiques générales appliquées à l'économie et à la gestion composé de 6 modules : bases de mathématiques générales, les fonctions, la continuité et les limites, les dérivées, les optimisations, les intégrales.

Après un an de fonctionnement, voici les premiers enseignements de ce projet.

1. Cadre organisationnel du projet

Dans notre école supérieure de commerce, nous dispensons des cours du jour et des cours à horaire décalé (le soir). Plusieurs de nos étudiants bénéficient de « programmes passerelles » : grâce à des équivalences de diplômes déjà obtenus. Ils peuvent ainsi gagner une ou deux années d'études moyennant des rattrapages dans des matières qu'ils n'ont pas suivies. Le cours de mathématiques générales (90 heures) de première année en est une.

Plusieurs difficultés s'accumulent pour de tels cours de rattrapage en mathématiques : les étudiants proviennent d'horizons parfois très différents, l'enseignement secondaire est parfois loin, les mathématiques font souvent peur, elles sont considérées comme un outil de sélection et souvent on ne comprend pas très bien leur utilité, le public visé est exigeant, ces étudiants recherchent une formation à plus court terme que leurs collègues de la filière classique, certains sont déjà dans le monde du travail, ils sont plus âgés, parfois moins réceptifs à des applications ludiques, et ils attendent souvent des résultats les plus immédiats possibles, les plus directement utilisables et exploitables, et ils ont donc un très grand besoin d'incitants et de marques de progression, enfin le temps alloué au rattrapage en mathématiques est réduit : 60 heures sont allouées aux mathématiques dans leur curriculum.

Ces programmes passerelles sont lourds et on y enregistre un taux non négligeable d'abandons. Ils sont aussi constitués presque à la carte, ce qui a des répercussions sur la gestion des emplois du temps des étudiants (vu le petit nombre

^(*) UER Mathématique appliquée Haute école Francisco Ferrer / IREM de Bruxelles
philippe.langenaken@brunette.brucity.be

de plages horaires possibles – surtout en cours du soir –, des cours se chevauchent), d'où l'intérêt de nos directions pour des solutions e-learning qui permettent d'apprendre de manière plus indépendante des contingences de lieu et d'horaires.

2. Conception

Un premier module pilote sur les dérivées a été réalisé dans le cadre de Formadis¹ durant l'année 2001-2002, où nous avons été allégés de quelques heures de cours.

Une première version opérationnelle du module sur les dérivées a été présentée en mai 2002, après un test de ce module par quelques-uns de nos étudiants volontaires.

C'est début 2003 que le projet COUPOLE², lui aussi financé par le Ministère de l'enseignement supérieur, a pris le relais pour l'élaboration du cours, avec deux pistes de réflexion : d'une part finaliser la conception et la mise en activité de tout le cours, et d'autre part étudier les modalités d'utilisation d'éléments dans d'autres formations assurées par les hautes écoles du Pôle universitaire Bruxelles-Wallonie.

Le cours a été ainsi mis en service en septembre 2003 sur une plate-forme e-learning WebCT. La conception a continué durant toute l'année académique 2003-2004. Chaque nouveau module était en général mis en service après une interrogation sur le module précédent.

Il s'agit d'un cours important en matière (équivalent à 90 heures de cours présentiel), graphique, interactif, comprenant ± 600 pages de cours HTML, ± 700 représentations graphiques, 27 animations écrites en Flash, des interactions en Javascript dont 1 atelier construction de courbe, 14 applications Excel, 23 tests d'autoévaluation (chacun de ± 10 questions), et 287 pages de notes de cours en format PDF disponibles en ligne.

Une page de démonstration du cours est visible sur notre site : <http://www.brunette.brucity.be/ferrer/UERMATH/> (suivre le lien 'Didactique').

Les six modules sont structurés de la même manière, en chapitres et en pages. Dans les pages d'introduction de chaque module, l'étudiant trouve un plan du module avec pour chaque chapitre les pages à consulter absolument (code couleur), le volume horaire moyen qui devrait être réservé à son étude, ainsi qu'un lien vers une version imprimable du cours en format PDF.

Le cours a été voulu dès le départ orienté application, dans les domaines économique, de la gestion, de la finance ; utilisant les outils de calcul de l'ordinateur : l'ordinateur via lequel s'effectue l'apprentissage en ligne est capable de calculer aisément, et ce très vite, cela permet des problèmes avec des valeurs

¹ <http://www.labset.net/formadis/>

² http://www.ulb.ac.be/ulb/cte/_projets/proj_coupole.html

réalistes, et les gains de temps devraient permettre d'approfondir d'autres apprentissages ; le plus graphique possible : nous insistons énormément dans notre enseignement sur les représentations graphiques, essentielles dans les applications économiques ; le plus dynamique possible : nous avons ainsi entamé des développements dans le domaine des animations. Plusieurs animations permettent de pallier l'absence des gestes et de l'approche dynamique de l'enseignant dans un système d'apprentissage à distance, et elles apportent parfois beaucoup plus.

Les travaux ont débuté par une réflexion sur la manière de résoudre les problèmes techniques liés essentiellement à la gestion des symboles mathématiques, des formules et des graphiques. Certaines solutions propriétaires auraient été possibles, mais il nous a semblé préférable de privilégier la portabilité et la réutilisabilité du cours.

Nous avons donc voulu rendre le cours le plus indépendant possible des outils initialement utilisés à la source (L^AT_EX, Mathematica, Word, Excel), des plateformes d'e-learning et des postes « clients » (PC/Mac, Microsoft Internet Explorer / Netscape, Plug-ins).

Mais l'indépendance logicielle reste pour l'heure un vœu pieux, l'affichage correct n'étant réellement garanti que sur un PC équipé de Internet Explorer et de quelques options logicielles heureusement en général standards. Nous avons ainsi dû créer une page de test de conformité du poste client avec le cours.

3. Fonctionnement du cours en 2003-2004

Le cours en ligne a donc été mis en service à la rentrée de septembre 2003. Un système d'enseignement à distance implique trois fonctions typiques : la coordination, l'assistance technique et le tutorat.

3.1. Coordination

Le rôle de coordonnateur avait été totalement sous-évalué au départ.

Les tâches suivantes ont dû être assurées :

- organisation générale : élaboration d'un règlement pour le fonctionnement du cours et rédaction d'un fascicule explicatif ;
- gestion des inscriptions au cours en ligne : l'inscription à un programme passerelle est assez complexe. In fine, le secrétariat nous transmet les coordonnées des étudiants, que nous relayons aux gestionnaires techniques de la plate-forme d'e-learning qui inscrivent les étudiants et nous renvoient les paramètres nécessaires (entre autres le mot de passe) à l'impression d'une lettre type distribuée à chaque étudiant ;

- suivi administratif et dynamisation des échanges : nous avons ainsi déclenché un envoi de SMS aux étudiants n'ayant pas encore visité le cours après plusieurs semaines.

3. 2. Assistance technique

Au niveau technique, il a fallu se pencher sur

- l'équipement des postes de certains étudiants : aide à la configuration (problèmes liés aux affichages de formules, caractères spéciaux, animations...) et réalisation d'un utilitaire de configuration ;
- l'équipement des PC utilisables par les étudiants à la bibliothèque : c'est sur eux que nous avons fait la découverte de logiciels bloquant des fonctions de WebCT ;
- l'assistance aux utilisateurs : certains étudiants peu armés au niveau informatique ont eu besoin de quelques coups de pouce : d'après l'enquête, 40% ont eu des problèmes techniques autres que de connexion (souvent pour accéder aux tests).

3. 3. Tutorat

C'est tout naturellement qu'un tutorat asynchrone a été choisi pour notre système d'apprentissage en ligne, puisque le but était précisément de s'affranchir des contraintes d'emploi du temps.

L'organisation générale de l'encadrement des apprenants a été la suivante. Le tuteur a plusieurs rôles :

- il gère la progression dans l'apprentissage de la matière : l'avance dans la matière a été rythmée par l'introduction progressive des modules, en général après une interrogation ;
- il contrôle la communication didactique : consignes diverses, messages concernant la matière à étudier, réponse aux questions (ce qui implique un contrôle quasi quotidien du mail et du forum) ;
- il fait aux apprenants des suggestions de problèmes à résoudre, et dont il corrigera les réponses (il faut noter ici que le tuteur doit disposer de versions électroniques de toutes les solutions de problèmes) ;
- il assure le suivi des étudiants : contrôle de leur activité (accès au cours, tests) ;
- il organise des séances présentiels : 24 heures ont ainsi été assurées, pour répondre aux questions et préparer les interrogations ;

- 4 interrogations ont été organisées pour contrôler l'avancement dans la matière : en décembre, février, mars et avril.

La charge de tutorat a été la plus importante, ce qui était prévu. Le nombre d'apprenants était assez important avec un noyau de 35 étudiants actifs, inscrits en cours du jour et du soir, ce qui entraînait des problèmes d'organisation des séances présentielles vu les emplois du temps incompatibles. Outre plusieurs permanences en début de soirée, des séances présentielles ont chaque fois été organisées le samedi matin à l'approche d'une interrogation ou des examens.

3. 4. Temps

On peut estimer, pour l'année 2003-2004, le temps total imparti à ces trois fonctions à 30 heures pour la coordination, sans compter les rencontres informelles, les prises de contact, etc., 10 heures pour l'assistance technique, plus des discussions informelles, des conseils, et plus de 120 heures pour le tutorat, sans compter le contrôle fréquent des mails et du forum.

Cela représente donc en tout de 160 à 180 heures de travail, sans compter la préparation à ce travail, alors que le cours ne figure que pour 60 heures dans les attributions d'un enseignant. Les interrogations en particulier ont été consommatrices de temps : préparation des questionnaires, déroulement (le samedi), correction (± 20 minutes par copie), réalisation sous forme numérique et diffusion du corrigé ainsi que des résultats.

4. Premières analyses du déroulement de l'année

Pendant cette année de fonctionnement, nous avons pu recueillir plusieurs informations sur la manière dont elle a été vécue.

Un questionnaire d'enquête a été réalisé par les psychopédagogues collaborant au projet Coupole. Nous y avons fait répondre nos étudiants et nous avons analysé en détail leurs réponses. Le résultat complet de cette étude est consultable sur notre site Internet : <http://www.brunette.brucity.be/ferrer/UERMATH/> (suivre le lien 'Didactique').

Pour analyser l'activité des étudiants, la plate-forme d'e-learning WebCT met à la disposition des tuteurs des outils de mesure de la fréquentation du cours (l'accès aux chapitres de chaque module), l'utilisation des outils de communication et la réalisation des tests en ligne. Les résultats peuvent être collés dans un tableur, ce qui permet aisément des calculs. Les résultats de ces statistiques sont évidemment à prendre avec des réserves : plusieurs facteurs faussent les résultats, comme par exemple le cas de trois étudiants travaillant ensemble sous une seule identité.

Nous avons évidemment rencontré nos étudiants tout au long de l'année académique, pas seulement lors des rencontres liées au cours de mathématiques, mais aussi dans le cadre d'autres cours, de statistique ou d'informatique.

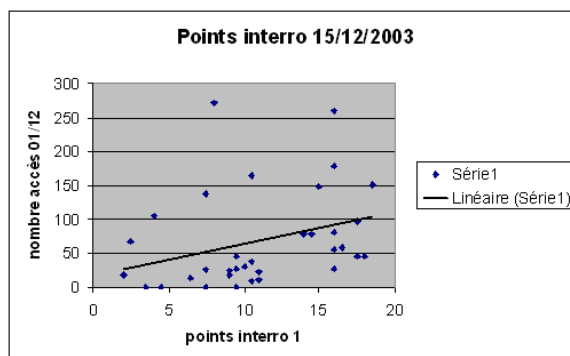
4. 1. Fréquentation du cours en ligne

Dès la première interrogation, nous avons détecté une fréquentation nettement inférieure à ce qui était attendu.

Les outils de mesure de l'activité des étudiants de WebCT mesurant les accès aux chapitres du cours, aux tests et aux outils de communication, nous avons évalué à 26 le nombre minimum d'accès pour un module de cours.

Lors de la première interrogation qui portait sur les deux premiers modules, on pouvait donc estimer que les étudiants totalisant moins de 50 accès travaillaient essentiellement à partir des notes imprimées.

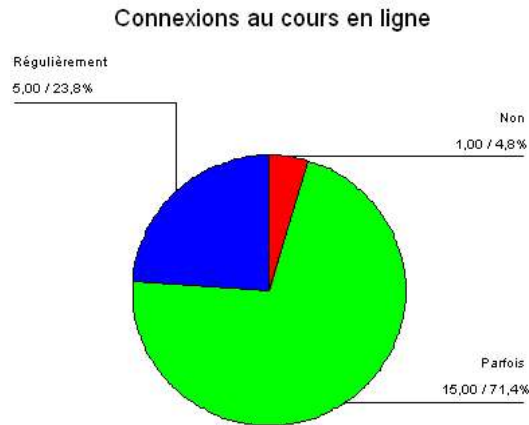
Nous avons essayé, pour cette première interrogation, d'établir une corrélation entre le nombre d'accès au cours en ligne et les résultats. Cette corrélation n'est pas forte, mais on voit apparaître sur le graphique deux classes d'étudiants : ceux qui se connectent souvent et ceux qui se connectent rarement.



graphique reprenant en abscisse les résultats de l'interrogation et en ordonnée le nombre d'accès

Après la quatrième interrogation, nous avons calculé le nombre d'accès par interrogation des étudiants ayant présenté au moins une interrogation. Nous avons ainsi observé que près d'un étudiant sur deux totalisait moins de 50 accès par interrogation.

Dans l'enquête, les étudiants sont très clairs : à la question « Vous êtes-vous connecté(e) au cours en ligne ? (Jamais / Parfois / Régulièrement) », 24 % seulement des 21 étudiants ayant répondu disent se connecter régulièrement.



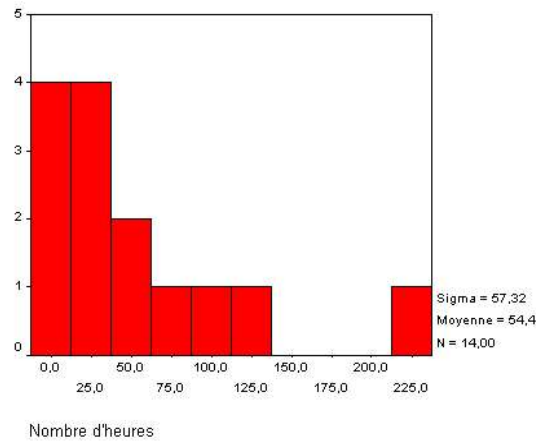
L'enquête montre que la régularité de connexion dépend directement de la qualité de l'équipement télématique. Si 81 % d'entre eux ont un ordinateur à domicile, ils sont 43 % à y disposer d'une connexion à Internet. Les étudiants étaient donc bien mal équipés pour suivre le cours en ligne.

Le tableau suivant montre leur mode de connexion au cours en fonction de l'équipement :

Connexions	Domicile	École	Ami	Cybercafé
à domicile : OUI	7	1	0	0
à domicile : NON	0	5	4	4

4.2. Travail fourni

De manière générale, nous avons observé tout au long de l'année un travail nettement insuffisant. Les résultats aux interrogations et l'enquête nous le prouvent. À la question : « Jusqu'à ce jour, à combien d'heures estimez-vous votre temps d'apprentissage de ce cours ? », nous obtenons les réponses suivantes :



Nous sommes au moment de l'enquête à environ trois-quarts du cours. On observe que la majorité des étudiants qui ont répondu à cette question ont effectué moins d'heures de travail que le nombre d'heures de cours présentiel équivalentes ! Or, au moment des réponses à l'enquête, trois interrogations avaient été organisées, pour lesquelles les étudiants avaient dû étudier.

Par ailleurs, nous avons eu très peu de soumissions de résolutions de problèmes à corriger, et ce malgré des encouragements répétés.

Nous observons bien ici que le dispositif renforce la procrastination : la disparition de l'obligation d'assister au cours fait remettre à plus tard l'approche de la matière, les questions à poser, voire l'équipement informatique. Seuls, les étudiants disent avoir tendance à renoncer en cas de difficulté : en cause les délais liés aux communications en cas de questionnement et la tendance à l'effondrement face à l'abondance de matière disponible en bloc. D'où des risques de décrochage accrus, ce qui est problématique puisque l'une des motivations du recours à l'apprentissage à distance était de lutter contre les décrochages (dus aux problèmes d'abondance de matières et de gestion de l'emploi du temps) !

Des analyses croisées dans l'enquête nous montrent que les étudiants qui utilisent régulièrement le cours en ligne vivent de manière beaucoup plus positive plusieurs aspects du cours : clarté des explications, vitesse de progression, quantité d'applications, de même que le nombre de séances présentielles.

Car, en moyenne, trop peu d'étudiants sont venus aux séances présentielles. L'inconfort des plages horaires (début de soirée ou samedi matin) lié aux retards dans l'étude de la matière rendaient ces séances peu rentables tant pour les étudiants que pour l'enseignant.

4. 3. Utilisation des ressources e-learning

Le suivi des étudiants montre une trop faible utilisation des tests d'autoévaluation en ligne : la moitié seulement des étudiants ont fait les tests avant de présenter la dernière interrogation ; l'idée d'autoévaluation est très peu intégrée. Souvent, ils se contentent de lire les réponses et rétroactions et ils ne refont pas les tests ratés.

Les étudiants utilisent aussi très peu les outils de communication (mail, forum). Ils n'ont pas le réflexe de recourir au forum en cas de problème qu'ils n'arrivent pas à résoudre.

4. 4. Satisfaction générale

Les étudiants sont peu adeptes du dispositif : la plupart étudient sur les notes imprimées, et une majorité n'a pas aimé le système : l'enquête nous révèle que 37% seulement ont le sentiment que le cours les a aidé dans leur apprentissage, et que 89% ont eu des difficultés (autres que techniques) pour apprendre via ce cours en ligne.

Un de nos étudiants a d'ailleurs bien exprimé ses sentiments sur le forum :

« Bonjour !

je voulais seulement souhaiter à tout le monde bonne chance pour l'examen des maths, espérant que ça soit la dernière fois qu'on navigue sur ce site web qui nous a poursuivis durant toute l'année, c'était un vrai cauchemar ! peut être pas pour tout le monde mais en tout les cas ça l'était pour moi. merci pour votre attention,

ciao »

Le message est d'autant plus percutant qu'il provient de notre meilleur étudiant, qui a travaillé d'arrache-pied toute l'année en progressant régulièrement de la première interrogation (qu'il a ratée) jusqu'à l'examen où il a fait un quasi sans faute.

Nos étudiants se plaignent de « *rester des heures sur un simple problème car il n'y a personne pour répondre à leur question directement* », ils ont des problèmes de compréhension, en particulier pour les méthodes de résolution de problèmes (voir ci-dessous), la « *matière est trop abondante* » et ils ont des difficultés de lecture (et de travail) à l'écran. Ils n'ont jamais étudié en ligne et « *Que ce soit les maths pose beaucoup de problèmes* ».

4. 5. Apprentissage des méthodes de travail

Les difficultés pour les résolutions de problèmes avec développements sont nombreuses : alors que c'est sur ce type d'applications plus pratiques que nous

voulons baser notre enseignement, nous rencontrons des problèmes au niveau de la motivation des étudiants, le suivi n'est pas aisé puisque de tels types d'applications ne sont pas corrigeables par le système vu parfois le grand nombre de méthodes de résolution possibles, et elles entraînent donc une charge de travail impressionnante pour le tuteur. Enfin, nous cherchons toujours des méthodes qui permettraient de suivre la dynamique de travail des étudiants dans leurs résolutions de problèmes.

Nous rencontrons effectivement dans ce cours à distance beaucoup de difficultés pour inculquer l'apprentissage de méthodes de travail. Il n'y a pas que la matière qui doit passer, l'algorithmique, la dynamique de résolution de problèmes et les aspects comportementaux sont importants en mathématiques. Nous observons dans ce domaine une différence marquante au niveau des progrès par rapport au cours présentiel.

Le système de tutorat choisi pour 2003-2004 ne permettait des actions qu'*a posteriori*.

4. 6. Motivation

Nous avons le sentiment d'avoir dépensé énormément d'énergie à motiver nos étudiants. Et encore, nous rencontrons souvent nos étudiants physiquement dans d'autres cours ou dans les couloirs de l'établissement. Mais il a fallu que le secrétariat contacte téléphoniquement ou par SMS des étudiants pour leur demander des nouvelles !

Alors qu'il nous paraît maintenant « *si simple* » d'un peu élever le ton en classe pour faire mieux travailler un étudiant, les technologies *pull*³ utilisées pour un apprentissage en ligne posent des problèmes, à l'extrême pour des étudiants en décrochage (comment s'adresser à un étudiant qui n'accède pas au cours ?) mais aussi pour le suivi de tous ceux qui travaillent trop peu ? Comment rétablir la fréquence du lien et la motivation ?

4. 7. Résultats

Comme le montre l'analyse des résultats en encadré, nos étudiants n'ont – *in fine* – pas trop mal travaillé, ce qui montre une certaine flexibilité des *bons* étudiants face à leur environnement de travail. Mais qu'en est-il des étudiants moins doués ? Nous n'avons pas l'impression que le cours en ligne ait réellement favorisé certains apprentissages. D'ailleurs, une analyse statistique des résultats et du nombre de connexions au cours montre une absence totale de corrélation.

³ Les technologies de communication *pull* se caractérisent par le fait que l'utilisateur va rechercher (tirer) lui-même l'information nécessaire, par opposition aux technologies *push* où l'information est amenée (poussée) à l'utilisateur (cours présentiels, radio, télévision).

Nous avons très légèrement adapté notre évaluation aux difficultés rencontrées, la dernière séance présentielle a été une séance de travail pratique, ce qui a été fort apprécié par les étudiants présents, et des consignes très claires ont été données sur les conditions d'évaluation des apprentissages.

5. Le futur

5.1. Les acquis

Le cours a été préparé avec une attention toute particulière : nous avons fait une analyse des besoins pour les autres disciplines et pour la formation générale des étudiants ; et il s'agit d'un travail collectif de conception, les modules de cours ont été intégralement conçus, lus et relus par au moins deux personnes ; chaque module du cours regorge d'exercices de type tests, problèmes résolus ou problèmes à résoudre (en général avec conseils ou indices pour la résolution) ; les graphismes, essentiels dans les applications économiques, sont nombreux.

Notre équipe de deux mathématiciens s'est enrichie de temps à autres, au fil des projets, de psychopédagogues ou de collègues mathématiciens d'autres institutions. Le temps total de conception peut être évalué à plus de 1600 heures.

Le travail collectif est intéressant : outre le fait que cela nous a permis de détecter quelques erreurs dans des notes, des énoncés ou des corrigés d'exercices que nous considérons comme exempts de bogues depuis l'origine, cette manière de travailler a permis un « lissage » didactique, rendant le cours mieux prêt pour un tutorat (adaptation ou suppression de particularités didactiques qui nécessitent la présence de l'enseignant pour être intégrées par les apprenants). Nous nous sommes réellement remis en question aux niveaux pédagogique et didactique.

Une partie du travail investi est par ailleurs directement utilisable pour les cours présentiels. Mais il faut continuer à étudier la manière de faire se dérouler l'apprentissage à distance, afin de le rendre plus efficace possible.

5.2. Organisation 2004-2005 : mieux rentabiliser le tutorat

Il faut développer un tutorat plus proactif. Pour 2004-2005, nous avons décidé que les séances présentielles seront consacrées à des résolutions de problèmes. Cela nous permettra un meilleur suivi des apprentissages et le suivi des méthodes de travail des étudiants ; il y aura moins d'interrogations ; nous prévoyons par contre des devoirs, pour favoriser l'apprentissage de la rédaction.

Nous nous penchons aussi sur l'encadrement des équipements informatiques : il est essentiel de pouvoir assister les étudiants qui envisagent de s'équiper. A ce niveau, il faut pouvoir agir rapidement en offrant des solutions qui leur permettent de ne pas accumuler de retard dans l'apprentissage.

5. 3. Développements

Nous continuerons bien entendu à faire évoluer ce cours, voire à le remettre totalement en question, de manière à rendre l'apprentissage le plus efficace possible.

La conception du cours nous a amené à des réflexions sur le guidage de l'apprenant : comment faire transparaître dans les pages en ligne un fil rouge d'apprentissage ? Comment, au niveau de l'interface utilisateur, montrer la séparation entre la matière essentielle et des références ? Comment mettre en évidence l'importance des notions ?

Outre des réflexions sur la tâche du tuteur, nous faisons des recherches au niveau de la communication sur la manière de guider les apprenants dans la résolution à distance de problèmes de raisonnement et à réponse ouverte.

Un autre aspect fréquemment cité est l'isolement, la tristesse, le manque de confort et de convivialité de l'apprentissage sur ordinateur. Comment rendre un cours en ligne attrayant ? Nous nous penchons sur le problème dans un colloque que nous organisons en mars 2005 consacré aux mathématiques amusantes.

Au niveau technique, nous recherchons toujours la méthode optimale pour gérer les symboles mathématiques à travers les divers documents dont nous disposons (Word, L^AT_EX, HTML), ainsi que sur l'apprentissage d'un langage pour la transmission des symboles mathématiques *de l'étudiant à l'enseignant* ? Notons que la nouvelle version de la plate-forme d'e-learning WebCT résout partiellement ce problème grâce à un éditeur d'équations dans le courrier électronique et le forum – mais d'utilisation relativement lourde.

Enfin, nous nous penchons sur le contenu du cours lui-même : nous recherchons des problèmes du monde réel, avec des valeurs réelles qui peuvent être facilement calculées par l'ordinateur, nous étudions l'importance des visualisations et des animations, et nous réfléchissons sur le temps à impartir à certains contenus, d'où des réflexions sur la matière elle-même.

Nos directions nous font confiance et nous laissent une grande liberté pour mener au mieux la gestion de notre cours en ligne. Dans notre enseignement supérieur de type long, la liberté académique est une tradition. Nous ne sommes pas plus que d'autres des promoteurs de l'enseignement à distance, mais nous sommes, on l'a vu, dans un cadre où l'apprentissage en ligne peut apporter des solutions. Nous travaillons avec enthousiasme, mais souvent avec les seuls moyens du bord, parfois maigres dans notre éducation nationale de service public. L'encadrement général d'une formation à distance doit être particulièrement soigné et la qualité de son organisation est fondamentale. Il nécessite à ce stade plus de ressources qu'un enseignement traditionnel.

Comparaison enseignement présentiel et enseignement à distance par ordinateur ; Interprétations statistiques des résultats
Daniel Justens^(*)

Les expérimentations ont été réalisées dans notre école supérieure de commerce sur deux types d'auditoires : les étudiants en formation initiale (première année) qui suivent un cours en présentiel et les étudiants des programmes passerelles qui suivent une formation complémentaire en mathématiques en ligne via *Internet*.

Commençons par comparer les taux de participation : pour les étudiants en présentiel, 50 étudiants sur 72 ont présenté l'épreuve de première session d'examens (en juin) et pour la formation à distance, 40 étudiants sur 65. Ces résultats conduisent à l'acceptation de l'hypothèse d'égalité des proportions (moins d'un écart-type d'écart).

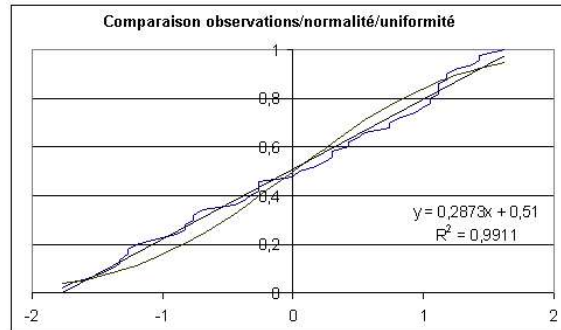
L'analyse paramétrique des distributions de résultats de la première session d'examens conduit à l'acceptation de l'hypothèse d'égalité des moyennes et variances. La moyenne des résultats observés sur l'ensemble des étudiants suivant les cours en présentiel (28,18 sur 60) diffère de moins d'un demi écart-type⁴ de la moyenne des étudiants à distance (26,29). Une conclusion identique peut être faite en ce qui concerne les variances des deux échantillons (écart-type en présentiel : 15,96 – écart-type à distance : 17,80).

Il serait imprudent néanmoins de conclure d'emblée à l'identité des populations. L'étude des distributions observées va nous en convaincre.

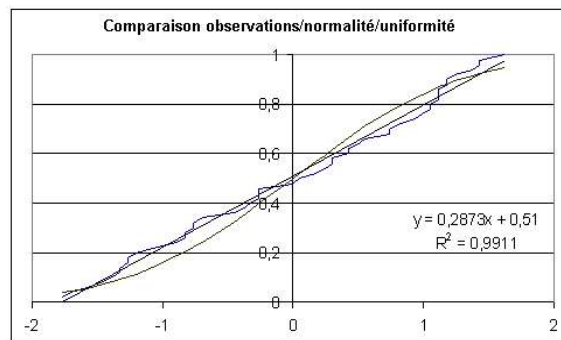
En ce qui concerne nos étudiants en présentiel, la fonction de répartition a une allure générale presque parfaitement linéaire. Un ajustement réalisé avec Excel donne une détermination égale à 0,9911. Ces observations sont en opposition avec l'hypothèse de normalité généralement utilisée. Nous donnons ici les résultats en variable centrée réduite.

^(*) HEFF/Economique-IREM de Bruxelles

⁴ La distribution de la différence des moyennes a un écart-type estimé égal à 3,60406899.



La répartition observée des résultats des étudiants à distance est d'une allure totalement différente :



La répartition fait apparaître clairement deux sous-populations correspondant aux deux zones de forte croissance de la courbe correspondant aux deux modes de la densité observée. Le premier (valeurs réduites négatives) correspond à la sous-population des étudiants en difficulté. L'origine de leurs problèmes peut être trouvée tant dans la matière à étudier que dans le contexte pédagogique. Le deuxième mode indique que la majorité des étudiants qui réussissent ont des résultats proches de la moyenne tronquée aux résultats de la sous-population concernée, traduisant ainsi une certaine homogénéité. L'écart-type observé au niveau de la population toute entière est donc dû en grande partie au mélange de sous-populations différentes.

Concluons en signalant que des différences identiques entre populations des étudiants en présentiel et à distance peuvent être observées lorsqu'on considère les résultats globaux sur les deux sessions d'examens.