INSTITUT
DE RECHERCHE
POUR L'ENSEIGNEMENT
DES MATHEMATIQUES

90-1
AVRIL 2003

# UN SEMESTRE DE DEUG SPAD [1]: PREMIER BILAN

Claire CAZES
Jacqueline MAC ALEESE
Fabrice VANDEBROUCK

1Deug Semi Présidentiel à Distance

UNIVERSITE PARIS 7 – DENIS DIDEROT

# UN SEMESTRE DE DEUG SPAD [1]: PREMIER BILAN

**Claire CAZES**
**Jacqueline MAC ALEESE**
**Fabrice VANDEBROUCK**

1Deug Semi Présidentiel à Distance

**PLAN: Un semestre de section SPAD : premier bilan**

**SOMMAIRE**

## Un semestre de section SPAD : premier bilan

Actuellement le débat n'est plus de se demander si on va ou non introduire les TICE (Techniques de l'Information et de la Communication dans l'Enseignement) dans l'enseignement supérieur mais plutôt de savoir comment et surtout avec quels effets on peut le faire. Il semble que chacun expérimente différentes formules dans son établissement sans que nous en soyons encore au stade de la visibilité, encore moins au stade de la mutualisation. Nous participons à ce foisonnement et relatons ici une expérimentation effectuée à l'université Paris VI dans le cadre du campus numérique CampuSciences[1]. Il nous paraît important d'en rendre compte comme contribution à une première étape dans le processus collectif d'intégration des TICE : l'affichage d'expérimentations, de questions soulevées et d'outils en construction pour pouvoir y répondre. Les étapes suivantes nous semblent être la mutualisation et la réflexion collective, non pas pour aller vers des standards, mais pour montrer la diversité et la souplesse des dispositifs possibles ; étant entendu que certains outils communs d'évaluation seraient extrêmement utiles.

Avant d'aller plus loin, précisons que les questions qui nous occupent relèvent de nombreux champs théoriques. Et, s'il est réducteur de ne considérer la question générale de l'intégration des TICE du seul point de vue des sciences de la communication, des sciences de l'éducation ou encore de la didactique des disciplines, il est aussi malheureusement illusoire de vouloir traiter la question en associant tous ces points de vue. Nous avons ici pris le parti de rendre compte de l'expérimentation dans l'aspect didactique de l'utilisation d'un multimédia en séance collective, éclairé par des renseignements généraux sur la formation dans son ensemble.

Durant le premier semestre 2001-2002, 40 étudiants volontaires de l'université Pierre et Marie Curie ont étudié dans le cadre d'une section expérimentale de Deug MIAS : la section SPAD[2]. Nous rappelons dans une première partie les raisons qui ont contribué à créer une telle section, son organisation et sa spécificité. Nous y intégrons les premières questions de recherche associées et l'explicitation de la méthodologie d'observation. Dans une seconde partie, nous présentons et classons les résultats généraux obtenus. On trouve en troisième partie, une analyse didactique des séances collectives avec un multimédia, obtenue en croisant analyse des tâches proposées aux étudiants et observation de l'activité de ces étudiants. Enfin, nos conclusions s'organisent autour de trois axes : côté enseignement, nous voyons comment les résultats obtenus nous amènent à des modifications effectives dans le dispositif de formation SPAD 2003, côté production, nous synthétisons les différents résultats relatifs à la production de ressources, et nous terminons du côté recherche, par des questions assez précises[3] sur l'intégration des TICE dans l'enseignement supérieur ainsi que des pistes pour essayer d'y répondre.

[1] Pour plus de renseignements, consulter : www.CampuSciencess.org

[2] Deug Semi-Présentiel A Distance

[3] Tout au moins plus précises que celles initiales dont nous partons

# 1- Présentation de l'expérimentation

La création de la section de Deug SPAD s'appuie sur la prise de conscience d'un certain nombre de difficultés et sur le désir d'élaborer des solutions simples pour y remédier à court terme. Nous rappelons d'abord les motivations et les questions initiales qui ont accompagné cette expérimentation. Nous dégageons ensuite nos hypothèses didactiques puis nous présentons la mise en œuvre effective de la section SPAD et terminons par les observations et type de données recueillies.

## 1.1 Motivations et questions initiales

La section Deug SPAD est née d'un certain nombre de circonstances favorables que nous rappelons ici.

### a) Une demande chez les étudiants d'un enseignement plus souple

Certains étudiants sont intéressés par un enseignement les libérant une ou deux journées par semaine. Il s'agit d'étudiants ayant besoin d'une flexibilité en temps et en espace, mais aussi d'une flexibilité relative à l'intérieur du système classique. Il y aussi des étudiants qui apprécient le travail avec les TICE. L'idée initiale est donc d'élaborer une formation en partie à distance en introduisant l'usage des TICE dans le dispositif. Nous souhaitons savoir si une telle formation est possible et dans quelles conditions, afin d'envisager d'autres enseignements aussi souples, comme des remises à niveau dans certains modules ou des préparations encadrées aux examens de septembre, par exemple.

### b) Un intérêt grandissant de l'institution pour l'utilisation des TICE

Il y a un intérêt grandissant de l'institution, à tous les niveaux, pour l'élaboration de telles formations. Le ministère, a d'abord soutenu le projet PCSM (Premier Cycle Sur Mesure)[4] qui est un projet de production de ressources multimédia pour le Deug réalisé par un réseau d'universités. Il a ensuite lancé un appel d'offre à la création de campus numériques auquel ont répondu de nombreuses universités dont l'université Paris VI. Cette université s'est équipée récemment d'une plate-forme d'enseignement et a facilité la mise en place de la formation du Deug SPAD[5]. On peut se demander dans quelle mesure cette formation répond aux attentes de l'institution, si une telle formation est viable et si, au delà de l'expérimentation, une pérennité peut s'installer.

### c) Une volonté de lutter contre la démotivation des étudiants (voire des enseignants)

Outre une démotivation générale des étudiants pour les études scientifiques, il existe un décalage manifeste entre l'enseignement supérieur traditionnel et les pratiques acquises par les étudiants. Par exemple, au lycée, la calculatrice est d'un usage courant tandis qu'elle ne l'est pas du tout dans nos TD classiques ; elle est même interdite en général aux examens. Les étudiants sont aussi majoritairement équipés en ordinateur mais cet outil est peu utilisé en enseignement classique. Parfois, les enseignements de méthodologie pallient ce manque dans certaines universités, mais il s'agit alors d'une juxtaposition des TICE à l'enseignement

[4] http://www.uel-pcsm.education.fr

[5] http://www.deugspad.cicrp.jussieu.fr/deugspad

traditionnel. Dans notre expérimentation, la volonté est une réelle intégration de l'outil informatique. Nous souhaitons savoir si les étudiants sont plus motivés pour faire des études scientifiques avec ce type d'enseignement.

### 1.2 Aspects didactiques

La création de cette section est l'occasion d'intégrer les TICE à l'enseignement, notamment dans des séances de Travaux dirigés sur ordinateur que nous appelons séances machine. Nous dégageons ici deux hypothèses que nous pouvons faire a priori sur ces séances.

#### a) L'ordinateur favorise la création « de lieux de travail »

Nous pensons que l'apprentissage est l'affaire de l'étudiant, par son travail mathématique, même si l'enseignant peut l'y préparer. L'institutionnalisation ou l'exposition de savoir ne suffisent pas, en général, à amener les conceptualisations visées. Mais, l'impression, aujourd'hui, est que bon nombre d'étudiants ne travaillent plus assez chez eux. Ce n'est d'ailleurs pas toujours facile pour eux, par leurs conditions de travail à la maison ou encore parce que certains d'entre eux sont salariés. En classe, il faut donc pallier ce manque et favoriser des moments de travail mathématique, dits « lieux de travail ». Cependant, ce n'est pas facile à organiser : par exemple, en séance traditionnelle, il est difficile de mettre les étudiants au travail après une phase d'exposition de savoir. Notre hypothèse ici est que l'usage d'un ordinateur, sur lequel se trouvent des exercices et leurs corrections, peut favoriser cette mise au travail des étudiants. Ils peuvent, en classe, travailler individuellement tout en bénéficiant des aides de l'enseignant dès qu'ils ont des difficultés. En outre, ils peuvent retrouver chez eux le même environnement informatique de travail et donc poursuivre à la maison le travail mathématique engagé en séances collectives. Cette hypothèse doit être vérifiée. Précisément, nous nous demandons si les étudiants travaillent véritablement davantage avec la machine mais aussi quelle est la nature d'un travail mathématique sur machine.

Du côté des enseignants, pendant les séances traditionnelles, il semble, a priori, plus facile que dans les séances machine, d'organiser des « lieux de savoir », c'est-à-dire des moments pendant lesquels c'est l'enseignant qui mène la classe, exposant le plus souvent des connaissances au groupe. Nous souhaitons savoir non seulement si les séances machine permettent d'engager un travail mathématique réel des étudiants, mais aussi dans quelle mesure elles amènent l'enseignant à moins intervenir à haute voix dans la classe, pour reprendre la main comme en séance classique. L'enseignant est a priori amené à faire du cas par cas, à aller d'un étudiant à l'autre. Notre seconde hypothèse est que l'enseignant ne dit alors pas à chacun des étudiants la même chose que s'il parlait à haute voix au groupe, et qu'il ne casse pas le « lieu de travail » de l'étudiant.

#### b) L'ordinateur permet de présenter des exercices de types variés

Il est maintenant acquis qu'il est important de permettre à l'étudiant à la fois de disposer de connaissances dans plusieurs domaines mathématiques, et de savoir les mettre en fonctionnement avec une certaine flexibilité, en dépassant les applications simples et techniques. Pourtant, les connaissances actuelles des étudiants semblent « atomisées », sans liens les unes avec les autres. Il y a le plus souvent seulement une accumulation de savoirs juxtaposés. Ce sont essentiellement des théorèmes qui sont mémorisés ; les étudiants savent les appliquer si l'application est simple, et indiquée dans la consigne, beaucoup moins bien sinon (qu'il y ait nécessité d'une adaptation ou que la méthode ne soit pas indiquée). Les connaissances ne sont pas disponibles (les étudiants n'y font pas appel spontanément), en revanche, elle sont bien utilisées « sur demande » (Cf Robert A. 1998). Le Deug SPAD est, pour nous, l'occasion de mettre en place des « lieux de travail consistants », c'est-à-dire de faire travailler les étudiants sur des exercices qui dépassent les applications simples et isolées de théorèmes, de méthodes de calculs ou de formules du cours, et qui peuvent faire appel à des connaissances ou des méthodes non explicitées, utiliser des changements de cadre ou des changements de points de vue qui eux aussi sont porteurs de plus d'apprentissages (le souci, lors de la production des modules de l'Université en Ligne est souvent de créer ces bons exercices, dits riches, mais c'est déjà une source de difficultés d'arriver à en produire un stock suffisant).

En résumé, nous nous demandons si le Deug SPAD permet, chez les étudiants, d'engager un véritable travail mathématique sur des exercices riches, favorisant une solide construction de connaissances.

### 1.3 Mise en oeuvre effective du Deug SPAD

Nous voyons successivement, l'organisation de cette formation, les ressources sur lesquelles s'appuie l'enseignement et nous terminons par les premières limites apparentes de l'expérimentation.

#### a) Entre présence et distance : l'emploi du temps du Deug SPAD

Cette formation s'appelle le Deug SPAD, ce qui signifie « semi-présentiel à distance ». L'idée est d'insister sur une caractéristique de la formation : entre la présence et la distance. Ceci est une première innovation. Partant, comme nous l'avons montré précédemment, de la nécessité d'une nouvelle offre, nous ne cherchons ni à remplacer ni à modifier un type de formation existant mais à construire une offre alternative qui prendra sa place dans le cadre existant. C'est donc dans les modalités d'organisation qu'apparaissent d'abord les spécificités du Deug SPAD. L'enseignement y est regroupé sur 3 jours par semaine tandis que l'emploi du temps des sections de Deug classique s'étend sur 5 jours. Pour ce faire, il est nécessaire de déléguer une partie de l'enseignement à distance. Cette modalité d'enseignement s'inscrit dans le cadre existant car les contenus sont les mêmes que pour la section de Deug MIAS classique et que l'examen est commun. Deux disciplines : les mathématiques et l'informatique participent à cette première mise en œuvre. En mathématique, seulement 30% de l'enseignement est délégué à distance, tandis qu'en informatique, c'est 70% qui est fait à distance. Mais les regroupements hebdomadaires d'informatique ont lieu en très petits groupes. En mathématiques, une séance de 2h hebdomadaire s'effectue sur machine : c'est sur l'observation précise de ces séances sur machine, en analyse, que nous avons axé notre étude.

Tous les étudiants de Deug MIAS sont avertis au moment de leur inscription de l'ouverture de cette nouvelle modalité, offerte à une cinquantaine d'étudiants volontaires. Un site internet[6] présente l'ensemble du dispositif et les étudiants intéressés doivent y déposer une demande de

[6] http://www.deugspad.cicrp.jussieu.fr/deugspad

pré-inscription. La seule contrainte est de disposer d'un ordinateur et d'une connexion internet [7]. Il y a eu 40 étudiants SPAD.

**b) Nouvelle technologie et nouveaux métiers d'enseignants : les ressources du Deug SPAD**

Le Deug SPAD s'appuie sur deux outils technologiques : un CD-ROM distribué à tous les étudiants contenant, pour les mathématiques, les modules de l'Université en Ligne (UeL) et une plate-forme d'enseignement.

*Le CD-ROM en mathématiques*

Dès lors que tous les cours n'ont pas lieu en présentiel, il est nécessaire de fournir un support de cours. Ce support est numérique car l'hypothèse est faite qu'un tel support est plus riche en un sens que nous pouvons préciser. Tout d'abord, il permet de créer des liens (voire de l'interactivité) dans le cours et les nombreux exercices d'UeL. Ensuite, ce support numérique contient des versions imprimables de cours polycopiés d'UeL. Il permet aussi la disposition de coups de pouce dans les exercices, c'est-à-dire d'aides que les étudiants sont libres de visualiser ou non. Dans chaque module de l'UeL, correspondant à un chapitre mathématique, il y a deux parties contenant des exercices : « s'exercer » et « s'évaluer ». Dans chacune de ces deux parties, il y a trois types d'exercices. Des exercices avec analyse de réponse, des exercices d'auto évaluation et des exercices de simulation. Nous donnons en annexe I un exemple de chacun de ces trois types. Précisons rapidement leurs caractéristiques.

*-Exercices avec analyse de réponse*

Ces exercices sont proches des QCM, puisqu'il n'est malheureusement possible d'analyser que des réponses simples. Il y a différents types de saisie possibles : des QCM, des saisies d'un entier, des saisies d'une écriture symbolique avec une palette d'écriture... Dans tous les cas, l'analyse de réponse est peu sophistiquée : le logiciel dit si la réponse est correcte ou non, combien il y a d'erreurs dans le cas de questions multiples. Au mieux, il pourra relever des incohérences dans une série de réponses : par exemple, dans un exercice sur les applications, si l'étudiant répond qu'une application est non injective et bijective, il y a une incohérence relevée.

*-Exercice d'auto évaluation*

Dans ces exercices, les étudiants doivent rédiger leurs solutions puis les comparer avec la solution proposée. L'usage du Cd est alors assez proche de celui d'un livre d'exercices corrigés. Cependant, l'étudiant dispose d'un chronomètre et d'une fourchette de durée pour faire l'exercice (lorsque le temps est écoulé, on le signale simplement et l'étudiant a tout loisir de poursuivre son travail.). L'étudiant dispose ensuite d'un corrigé lui permettant de se noter avec précision, nous détaillons plus loin l'intérêt de cet exercice).

*-Exercice de simulation*

Il y a assez peu d'exercices de ce type dans les séances observées et dans l'UeL en général. Pourtant, ce sont bien des exercices qui peuvent difficilement être proposés sans un matériel informatique. Dans les modules observés, on ne trouve des simulations dans trois domaines seulement : les suites, les développements limités et les méthodes numériques d'intégration.

[7] En cas de difficulté, le centre ressource ( http://www.lutes.cicrp.jussieu.fr ) peut permettre à un étudiant intéressé mais non équipé de travailler dans de bonnes conditions, cependant il est alors obligé de se rendre à l'université

*La plate-forme d'enseignement*
Le rôle de la plate-forme d'enseignement est d'assurer un lien permanent entre les étudiants et l'équipe enseignante. Les fonctionnalités utilisées sont essentiellement : l'agenda pour indiquer ce qui a été fait et ce qui est à faire, le casier pour stocker les documents et les forums de discussions pour aménager et rendre visible une vie disciplinaire dans la formation notamment grâce au tutorat. La mise en place de tests d'évaluation dans la plate-forme se révèle trop difficile, notamment pour écrire des formules mathématiques. Le contrôle continu du travail des étudiants reste donc sous une forme classique de travail personnel papier à rendre (devoirs à la maison) et d'interrogation écrite en séance de Td.

*Conséquence : une équipe enseignante élargie*
L'introduction de ces deux outils (CD-ROM et plate-forme d'enseignement) a élargi l'équipe pédagogique. Le CD-ROM contient, pour les mathématiques l'Université en Ligne (UeL) et pour l'informatique un support de cours rédigé par un professeur de Paris VI qui enseigne dans la formation SPAD. L'Université en Ligne est construite par des enseignants de 6 universités. En mathématiques, toutes ces équipes participent donc indirectement à l'enseignement des étudiants SPAD. Ce qui est novateur ici n'est pas tant l'utilisation d'une technologie que le recours à un support de cours réalisé par plusieurs équipes. Il n'est pas très fréquent dans l'université qu'un support de cours réunisse de nombreux auteurs et soit suivi par l'équipe enseignante. L'habitude est davantage que chaque enseignant construit ses ressources de manière plus ou moins visible suivant par exemple qu'il se fait un polycopié ou non.

En outre, l'utilisation de la plate-forme d'enseignement nécessite l'introduction d'un nouveau type d'intervenants dans l'équipe pédagogique. Il s'agit de tuteurs animant les forums de discussion. Pour 40 inscrits, il y a 8 heures hebdomadaires de tutorat, dans des tranches horaires fixes et affichées, dont une tranche pendant le week-end. Il y a un engagement de répondre aux questions dans les 48 heures. Les tuteurs sont des étudiants de préparation au Capes de mathématiques, ils sont au nombre de 3. Il y a une réunion hebdomadaire disciplinaire entre les tuteurs et les enseignants.

**c) Contraintes : limites et précautions du Deug SPAD**

Une première limite est que l'expérimentation n'est réalisée que sur un semestre et sur deux disciplines. Construire une nouvelle formation répondant à un besoin tel que nous l'avons présenté aurait nécessité d'offrir une formation SPAD pour le Deug entier, c'est-à-dire sur 2 ans. A la fois le manque d'enseignants impliqués dans cette expérience et le manque de ressources (UeL ne couvre, pour le moment, que le programme de première année) ne nous ont pas permis de le faire. Un principe de prudence peut aussi engager à faire une expérimentation d'abord modeste. Notons, cependant qu'on n'y fait pas les mêmes observations et qu'on n'y valide pas les mêmes hypothèses. Une seconde restriction est que la plate-forme d'enseignement est nouvellement utilisée par l'équipe enseignante et que peu de fonctionnalités sont facilement utilisables, par exemple, ainsi que nous l'avons déjà signalé, il n'a pas été possible d'utiliser la plate-forme pour organiser des tests. Enfin, nous nous sommes positionnés entre enseignement à distance et enseignement présentiel. Qu'est-ce qui nous assure que nous n'allons pas cumuler les inconvénients des deux formules ? Par exemple, en ne touchant pas l'ensemble d'un public éventuellement intéressé par une telle formule (puisque l'offre n'était pas visible dans les circuits classiques d'inscription en enseignement à distance). Ou encore en « perdant » des étudiants en cours de formation, comme c'est souvent le cas dans les formations à distance où les étudiants se trouvent isolés et abandonnent plus fréquemment que dans d'autres cursus.

### 1-4 Méthode d'observation

Nous organisons nos observations de la manière suivante : un recueil, le plus large possible, de données relatives au déroulement général de la formation et une observation plus fine des séances machine. Nous terminons ce paragraphe par les premières réserves sur ces observations.

#### a) Recueil de données sur le déroulement général

Nous nous appuyons sur un certain nombre d'indicateurs tels que l'observation de l'activité sur le forum en nombre de connexions, de messages postés et de messages lus, les résultats comparés aux examens pour la section SPAD et pour les sections classiques. Ces données sont complétées par des questionnaires d'opinion[8] par discipline, en mathématique et informatique. Enfin, une enquête de satisfaction est effectuée sous forme d'entretiens téléphoniques individuels[9]. Les rubriques de la grille d'entretien sont les suivantes :

- raisons du choix de la section SPAD,
- opinions sur cette formation (atouts, faiblesses, craintes),
- le Cd : opinion sur son ergonomie, son contenu, utilisation en nombre et durée de session suivant le moment de la formation,
- la plate-forme : opinion et utilisation des trois fonctionnalités essentielles : agenda, casier, forum.

#### b) Vers une observation du travail avec le multimédia en mathématique

Il s'agit d'un premier travail qui doit nous permettre d'une part de préciser nos questions initiales de recherche et d'autre part d'élaborer des outils permettant de décrire le travail mathématique effectué en séance machine.

Nous effectuons tout d'abord une observation « spontanée » de plusieurs séances machines. Les objectifs généraux de ces observations sont :

- repérer comment est indiquée au groupe la « consigne » de travail ou l'objectif de la séance ;
- essayer de voir comment un étudiant prend possession de ce nouvel outil (lecture de l'écran, arrêt, retours en arrière, recherche de cours sur le logiciel, utilisation de papier, discussion avec un voisin, ...)
- essayer de comprendre le travail mathématique d'un étudiant dans ces nouvelles conditions (comment insère-t-il sa réflexion dans ce que le logiciel lui propose entre nouveaux exercices, corrections, cours,...)

---

[8] On trouvera un compte rendu de ces enquêtes dans :
*Un cédérom pour Scheme, chacun son entraineur, un entraineur pour tous,*
A. Brigoo,T. Durand,P. Manoury,C. Queinnec,M.Soria, UPMG-UFR d'informatique, Paris-France
*Campus numérique : enseigner autrement. L'exemple du DEUG SPAD de c@mpuscience,*
C. Cazes, P.Jarraud, Université Pierre et Marie Curie, Paris6-France.

[9] Enquête effectuée par Svitlana HRYSHCHUK dans le cadre du groupe de recherche GRAME, responsable G Jacquinot, Université de Paris 8.

Ces observations nous fournissent un « récit » de chacune des séances. Dans la troisième partie, nous mettons des éléments de ces récits en regard de l'analyse des tâches des exercices.

Ces observations nous permettent aussi d'élaborer[10] une première grille d'observation du travail d'un étudiant pendant une séance machine. La grille comporte trois parties : la temporalité, l'activité et l'accompagnement. Dans la partie temporalité, nous notons l'heure et l'exercice sur lequel travaille l'étudiant. Dans la seconde partie, nous essayons de repérer un catalogue des activités de l'étudiant pendant une séance machine. Il peut y avoir :

- lecture d'écran (nous précisons s'il s'agit de l'énoncé, de la solution, d'une aide ou du cours),
- écriture (nous précisons si c'est recopiage de l'énoncé, de la solution, recherche au brouillon, recherche au propre),
- saisie au clavier ou à la souris,
- réflexion (sans support),
- autre (rien, rêverie, bavardage hors sujet)

Enfin, dans la partie accompagnement nous notons les différentes formes d'aide :

- recherche dans son cours,
- recherche dans le cours de l'UeL,
- aide éventuelle fournie par l'UeL pour l'exercice recherché (coup de pouce),
- échange avec un camarade,
- échange avec le professeur (nous notons si c'est à l'initiative de l'étudiant ou du professeur)

Cette grille d'observation du travail de l'étudiant est présentée en annexe 2 et les résultats sont présentés dans la seconde partie.

**c) Réserves sur ces observations**

Il est clair que le dispositif d'observation est en construction et qu'un des enjeux est de préciser nos interrogations, d'affiner et de compléter nos outils. En ce qui concerne les variables générales, d'une part le champ est trop vaste : il faudrait le délimiter. D'autre part, le corpus est très faible : 15 étudiants ont participé aux entretiens et une vingtaine seulement aux enquêtes d'opinion disciplinaires. Il y a eu 7 séances machine et une séance traditionnelle observées dont seulement trois avec la grille d'observation du travail de l'étudiant. Ces observations n'ont en outre concerné que des séances d'analyse, de l'unique point de vue des exercices et seulement deux enseignants ont été observés. Les résultats doivent donc être interprétés avec prudence. Enfin, il est difficile de noter toutes les activités des étudiants et souvent, plusieurs activités se chevauchent. Cette observation n'est donc pas encore totalement instrumentée et la grille n'est pas encore totalement rodée.

Cependant, nous estimons que ces premières observations sont d'importance. Elles sont riches parce qu'elles couvrent un domaine vaste, peut-être trop, mais elles permettront des choix ultérieurs. L'équipe d'observation est importante et active puisque 3 chercheurs, en plus de l'équipe pédagogique, participent à l'observation. Enfin, il y a également une variété des outils employés : relevés des traces du travail sur la plate-forme d'enseignement, enquête d'opinion, entretien, grille d'observation. Notre souci est d'abord de rendre compte de cette richesse d'approches et de résultats afin de permettre, dans un seconde phase de faire des choix réfléchis sur les questions de recherche retenues et les outils adaptés.

[10] Ce fut l'objet d'un DEA de didactique des mathématiques, encadré par A. Robert et C. Cazes

## 2- Résultats généraux

Les observations exploratoires telles que nous les avons présentées en première partie nous fournissent de nombreux résultats. Nous présentons d'abord ces résultats suivant trois parties : les résultats généraux concernant l'ensemble du semestre, les résultats relatifs à la dynamique d'une séance machine et enfin les résultats généraux concernant un exercice type de l'UeL. En conclusion de cette partie, nous reprenons les résultats en regard de la problématique annoncée puis nous terminons par une analyse synthétique de ces résultats.

### 2 1. Résultats généraux sur l'ensemble du semestre

#### a) Peu de volontaires à l'inscription

Une première observation est le décalage entre le nombre de pré-inscrits et le nombre d'inscrits définitifs. Ce décalage est cependant observé dans les différentes expérimentations mises en place dans le cadre de Campusciences et plus généralement dans toutes les innovations reposant sur le volontariat. Il n'est finalement pas surprenant de constater que les étudiants préfèrent se fondre dans des dispositifs classiques, ayant faits leurs preuves, particulièrement dans le cas d'étudiants nouvellement inscrits à l'université et ayant quelques appréhensions face à un nouvel établissement et un nouveau système. Aussi, même si ce décalage est d'abord une mauvaise surprise, il n'est pas pour nous un résultat spécifique du Deug Spad mais plutôt une contrainte, maintenant identifiée, et dont il faut tenir compte pour les expérimentations futures et a fortiori dans le rythme de croisière.

Les étudiants ont choisi cette formation pour deux raisons principales : parce qu'ils habitent loin de l'université et préfèrent ne se déplacer que trois fois par semaine, ou parce qu'ils veulent un support de cours.

#### b) Des participants satisfaits, une réussite globale

Il y a, comme dans les groupes classiques, des étudiants qui abandonnent la formation. L'enquête de satisfaction conclut pourtant clairement à la satisfaction globale des étudiants engagés jusqu'à la fin de l'expérimentation. Ils sont contents (80%)[1] et prêts à recommencer (80%). En outre, les résultats aux examens sont légèrement meilleurs que dans les groupes témoins (réussite environ supérieure de 17%).

Les tuteurs sont également satisfaits, l'un d'eux est de nouveau tuteur cette année, tandis qu'un autre s'est inscrit dans un Dess d'enseignement à distance. Enfin les enseignants souhaitent recommencer et réussissent à convaincre quelques collègues de venir les rejoindre pour organiser une session complète d'une année en 2002-2003.

Il y a donc un désir de poursuivre aussi bien pour les étudiants, que pour les tuteurs et les enseignants. Rappelons cependant, que toute expérimentation modifie ce que l'on souhaite observer. En particulier, il y a un « effet » expérimentation qui généralement soude les participants et crée a priori des conditions favorables. Aussi, c'est plutôt si l'un des indicateurs précédents était négatif qu'il y aurait lieu d'être surpris et de s'interroger sur les

[1] Nous présentons les résultats sous forme de pourcentage pour une plus grande lisibilité, cependant l'effectif de l'enquête est très petit : 17 entretiens.

failles du dispositif. Tous ces indicateurs positifs vont donc dans le sens de la viabilité de l'expérimentation sans impliquer une supériorité sur le dispositif traditionnel.

Cependant, nous n'avons donc pas, ici, les moyens de déterminer si le Deug Spad répond à une réelle demande comme nous l'annoncions dans nos hypothèses. Pour avancer dans cette question d'importance, il nous semble nécessaire de se tourner vers d'autres structures telles qu'un observatoire de la vie des étudiants par exemple.

**c) Travail personnel des étudiants avec le Cd**

Les étudiants portent un jugement global positif sur le Cd, avec des réserves sur les corrections de certains exercices qu'ils trouvent trop rapides ou pas assez claires. L'utilisation du Cd augmente au long du semestre. Elle se situe en moyenne entre 5 et 6 sessions par semaine, les durées des sessions de travail sont d'un peu plus d'une heure. Ceci laisse supposer un travail personnel de plus de 5 à 6 heures hebdomadaires uniquement sur le Cd. Ce chiffre parait élevé même s'il s'agit d'un travail dans deux disciplines : informatique et mathématique. Il apparaît, même sur ce faible effectif, une grande variété des pratiques d'utilisation. Dans les entretiens, plusieurs étudiants insistent sur le fait que cet outil n'est pas suffisant et qu'ils travaillent aussi avec des livres, des polycopiés et leurs notes de cours des Td classiques. Enfin pour les révisions avant l'examen, beaucoup d'étudiants disent préférer travailler avec un support papier classique.

**d) Utilisation de la plate-forme**

Nous reprenons les résultats sur chacune des trois fonctionnalités.

*Casier*
Le casier est beaucoup utilisé pour charger les polycopiés.

*Agenda*
Les étudiants trouvent l'utilisation de l'agenda insuffisante. Ils ont, en informatique, un semainier beaucoup plus précis, qui encadre mieux leur travail. Ils sont demandeurs de plus d'aide à l'organisation de leur travail.

*Forum*
Le forum est beaucoup utilisé (87% d'utilisation et 80% de satisfaction). Cette utilisation n'est pas évidente a priori puisque les étudiants se rendent 3 jours par semaine à l'université et donc rencontrent fréquemment, aussi bien leurs collègues que les membres de l'équipe enseignante. L'utilisation concerne uniquement le cours de mathématique mais les étudiants ont organisé un forum parallèle pour leurs échanges personnels.

On constate, classiquement, qu'il y a beaucoup de messages lus (87% des étudiants ont lu tous les messages) mais moins de messages postés (60% des étudiants ont posté au moins un message). Dans l'entretien, les étudiants se disent très intéressés par la lecture des messages, pour s'imprégner des questions des autres et se situer par rapport aux autres, dans la progression, le questionnement. Mais ils disent qu'il leur est souvent difficile de poser des questions : « je ne comprenais pas assez pour poser des questions ». Ce fait n'est pas nouveau, on le constate aussi dans un Td classique, où peu d'étudiants prennent spontanément la parole.

Il y a enfin une difficulté liée à l'écriture des mathématiques sur l'ordinateur quand il n'y a pas de logiciel de traitement des formules.

L'utilisation des forums de mathématiques pose donc de nombreuses et nouvelles questions tout en fournissant un corpus de données. Nous reposons quelques unes de ces questions dans la conclusion générale.

### 2 2. La séance de TP machine

Nous faisons d'abord quelques remarques sur l'organisation de la salle de Tp, puis nous présentons nos résultats suivant les rubriques de la grille d'observation du travail de l'étudiant.

#### a) La salle de TP- machine

Les deux premières séances de TP machine ont eu lieu dans une salle de disposition classique c'est-à-dire que les tables sont alignées et dirigées vers le tableau. Il y a un ordinateur avec un vidéo projecteur qui permet de projeter l'écran d'un ordinateur sur le tableau blanc. Toutefois, le professeur n'arrive pas à circuler librement derrière les étudiants. Les séances suivantes ont donc lieu, à sa demande, dans une salle où les ordinateurs sont groupés par 2, face à face ce qui facilite un travail par groupe de 2, chacun ayant sa machine. Il y est facile de circuler entre les tables et celles-ci sont assez grandes pour y disposer un ordinateur et un cahier. En revanche le tableau n'est pas visible depuis chaque poste, cela ne facile pas les moments collectifs.

#### b) Temporalité

Cette partie de la grille ne comporte que deux items (heure et exercice). Il apparaît clairement que les étudiants avancent à des vitesses très différentes. A un moment donné, peu d'étudiants travaillent sur le même exercice ou sur la même partie du même exercice. Cependant, à la fin de la séance, les différences ne sont pas très importantes, il est assez rare qu'un étudiant termine en avance ou au contraire ait beaucoup de retard sur les autres. La raison est que les étudiants progressent beaucoup par va et vient : leur cheminement n'est pas linéaire. Nous estimons que c'est là une grosse différence par rapport aux Td classiques pendant lesquels chaque étudiant, s'il veut suivre, doit être « avec le groupe » ; par ailleurs ce va et vient s'effectue librement, à des moments différents et de manière différentes suivant les étudiants.

Dans l'observation de la manière dont est donnée la consigne, il apparaît que le professeur donne avec le temps de moins en moins de consignes collectives. Dans les premières séances, le professeur prévoit en effet un parcours avec des « points de rencontre » qui scandent le temps de la séance ; par exemple : « pendant la première demi-heure, vous cherchez les exercices 1 et 2 puis nous ferons un bilan ». Au fil des séances, il ne se contente plus que d'un minimum en début de séance et n'essaie plus de reprendre le groupe en cours de séance. Le professeur passe son temps à suivre individuellement les étudiants.

#### c) Activités des étudiants

Cette partie de la grille comporte 5 items et est difficile à remplir car l'étudiant observé peut changer très vite d'activité. L'étude des résultats, rubrique par rubrique, nous fournit cependant des premiers résultats intéressants.

*Lecture*
Une activité à laquelle les étudiants consacrent beaucoup de temps est la lecture et la compréhension des solutions. Nos observations montrent que lorsque la solution est rapide, cela fait à nouveau chercher l'étudiant ou demander de l'aide dans la gamme des accompagnements présentée plus loin. Cela nous parait être une différence avec un Td classique où idéalement, le groupe élabore une solution commune, mais où bien souvent, chaque étudiant recopie la solution donnée par l'enseignant, sans chercher toujours à la comprendre, ou sans poser de questions s'il ne la comprend pas. Cette différence (supposée) est peut-être due à un changement de contrat : en Td classique, la solution arrive et, en quelque sorte, clos le sujet. On passe alors à la suite, étant entendu qu'il n'y aura pas de retour en arrière. En séance machine, l'enseignant, comme on l'a déjà vu, passe d'un étudiant à l'autre. Il revient alors sur les exercices précédents en demandant : « vous avez bien compris ici ? Quel est l'argument du raisonnement, quel théorème faut-il utiliser ? ».

*Ecriture*
Il apparaît une grande variété d'utilisation du papier : certains étudiants recopient l'énoncé et la solution de l'exercice, même s'ils ont le Cd chez eux, d'autres se contentent de quelques recherches sur un brouillon. Dans les entretiens, les étudiants signalent des difficultés à organiser leur travail avec deux supports : le Cd et le support papier. Il semble que le support papier soit corrélé avec « l'impression d'avoir beaucoup travaillé ». Ceci est vrai aussi bien pour le professeur qui, quand il passe, regarde le papier de l'étudiant en questionnant : « qu'avez-vous fait ? », que pour l'étudiant, quand un camarade d'un autre groupe de Td lui montre à la fin du semestre l'épaisseur de son cahier en lui disant : « regarde tout ce qu'on a fait !». Chacun des acteurs, étudiant comme enseignant, aimerait donc des traces écrites des Td. D'ailleurs, certains étudiants, qui n'ont pas pris suffisamment de notes écrites pendant les séances machines, déplorent dans le questionnaire d'opinion ne pas avoir de stock d'exercices corrigés écrits avant l'examen.

*Saisie sur l'ordinateur*
Cette tâche est assez rare. On l'observe lorsque l'étudiant procède par essais et erreurs successifs dans les exercices avec analyse de réponse. Elle est un peu plus fréquente dans les exercices de simulation. Nous présentons dans la troisième partie un exemple de tels exercices.

*Réflexion*
Dans nos observations comparées, il semble que les étudiants s'impliquent davantage dans les séances machine qu'en séance classique, dans la recherche d'une solution et surtout dans la compréhension de la correction proposée. Est-ce que cela est uniquement justifié par le changement de support, est-ce que ce changement de support, de salle, induit un changement de contrat ?

*Rêverie*
Il apparaît, corrélativement, que l'étudiant est le plus souvent actif. La mise en regard des résultats d'observations des Td machines avec les habitudes des étudiants en Td classiques fait penser qu'il y a moins de phases de rêverie ou de « rien » en séance machine. Resterait à déterminer plus précisément en quoi consiste cette activité observée et est-ce qu'elle fait davantage progresser l'étudiant que la rêverie.

**d) Accompagnement**

Cette rubrique de la grille comporte 5 items tous plus ou moins utilisés. Ceci est déjà un renseignement en soi : nous pensons que pendant les Tp machine, l'étudiant dispose de davantage d'aide que dans une séance classique et que cela permet une plus grande activité. Nos diverses observations nous conduisent à supposer que les étudiants choisissent les mêmes types d'aide indépendamment du type d'exercice. Examinons successivement chacune des aides possibles.

*Lecture du cours personnel*
Plusieurs étudiants ont recours systématiquement à leur cours et le sortent en début de séance. Comportement que, curieusement, on observe moins en Td classique.

*Recherche du cours dans l'UeL*
Peu d'étudiants utilisent cette possibilité, elle peut cependant servir aux étudiants qui n'ont pas assisté au cours ou qui n'ont pas leurs notes de cours le jour de la séance. Il arrive aussi au professeur de renvoyer l'étudiant à un théorème précis du cours d'UeL.

*Coup de pouce*
La quasi-totalité des étudiants regarde le coup de pouce, soit tout de suite après la lecture de l'énoncé, soit après un petit temps de recherche. Nous verrons dans les études précises que le coup de pouce peut changer la tâche ou le type d'exercice. Pourtant, dans les entretiens, les étudiants signalent souvent que ces coups de pouce sont insuffisants.

*Echange avec un camarade*
En général, les étudiants préfèrent travailler seul à leur ordinateur mais plusieurs d'entre eux ont l'habitude de travailler en binôme et s'installent à des postes face à face. Ils communiquent beaucoup sans pour autant avoir exactement le même cheminement, ces échanges sont sources de retour en arrière.

*Echange avec le professeur*
Suivant les cas, l'étudiant appelle souvent ou pas du tout le professeur. En moyenne celui-ci passe de 3 fois à 5 fois par étudiant pendant la séance. De même que nous avons une grille pour décrire des activités d'étudiants, il nous faudrait un outil pour rendre compte des interventions du professeur. Pour le moment, nous disposons d'un début de catalogue. Le professeur, peut répondre à une question mais il faudrait préciser la question, interroger l'étudiant sur un exercice déjà fait (mais de quelle manière ?), expliquer une solution, corriger une erreur. Il nous faut affiner cette partie du travail car il y a un changement du rôle de l'enseignant que nous aimerions pouvoir préciser.

Enfin, dans les entretiens, les étudiants disent préférer les Tp machines aux Td classiques parce qu'ils y travaillent à leur rythme et disposent d'une aide individualisée ; ils ne demandent cependant pas plus (en heure) de Tp machine. Rappelons que dans la semaine, il y a en mathématique, par étudiant, 2h de Tp machine, 3h30 de Td classique et 1h30 de cours.

## 2 3. Un exercice d'UeL, ou comment la médiatisation peut agir sur la tâche.

L'observation précise du travail de l'étudiant, nous conduit à quelques remarques générales sur l'effet de la médiatisation d'un exercice.

### a) Comment le coup de pouce modifie la tâche proposée

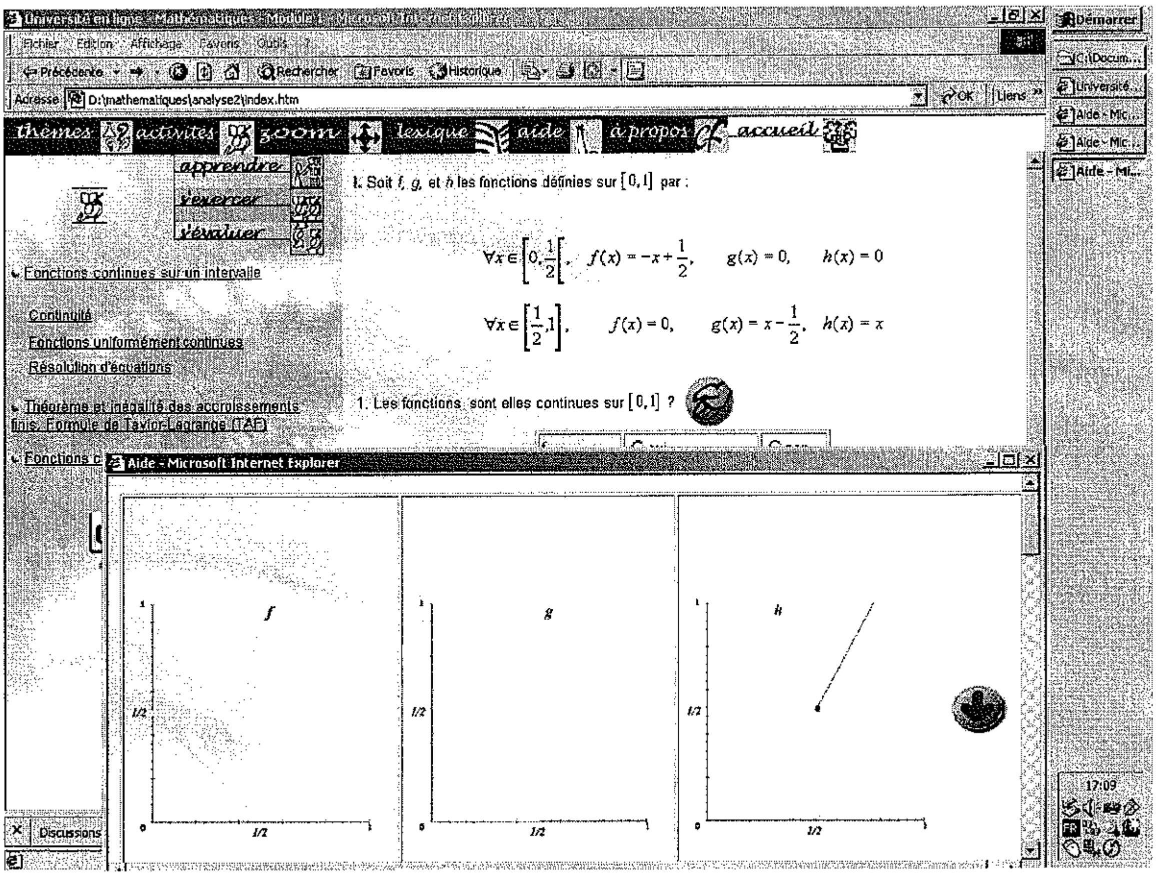
A l'évidence, le coup de pouce modifie la tâche proposée aux étudiants : c'est même sa fonction. Il est cependant nécessaire de préciser la nature des coups de pouce et le type de modification apportée. Dans les exercices d'analyse observés, nous avons relevé cinq types de coup de pouce que nous classons du moins fréquent au plus fréquent.

*Apport d'information antérieure au chapitre étudié*

On trouve un exemple dans un exercice où le coup de pouce rappelle une formule trigonométrique nécessaire à la résolution. Le cas est rare car l'étudiant a tout loisir de consulter le cours de l'UeL mais aussi car il y a dans UeL peu d'exercices qui concernent plusieurs chapitres simultanément.

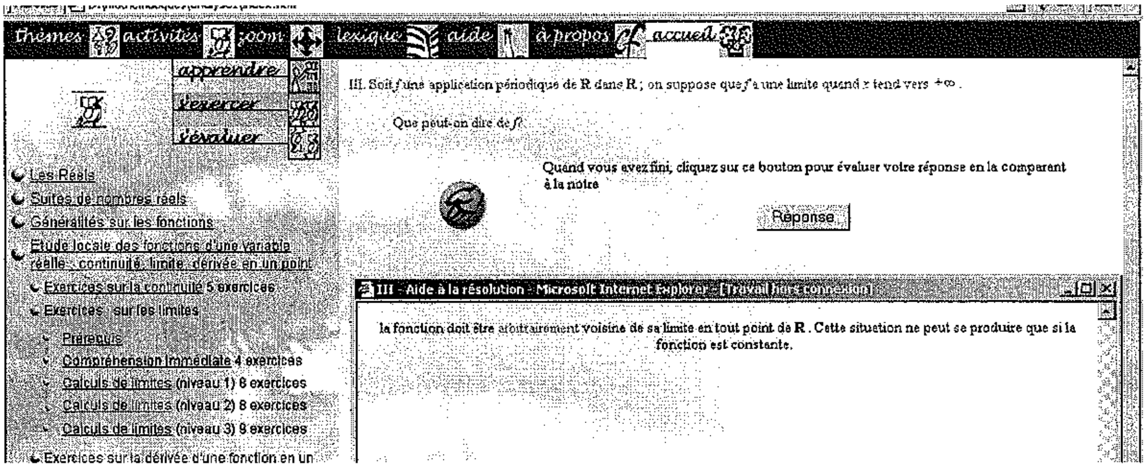
*Changement de cadre*

Ce cas se produit par exemple lorsque le coup de pouce donne le graphe de fonctions définies analytiquement et sur lesquelles on pose des questions de continuité. Le travail analytique demandé est transformé et devient alors un travail de lecture de graphique.



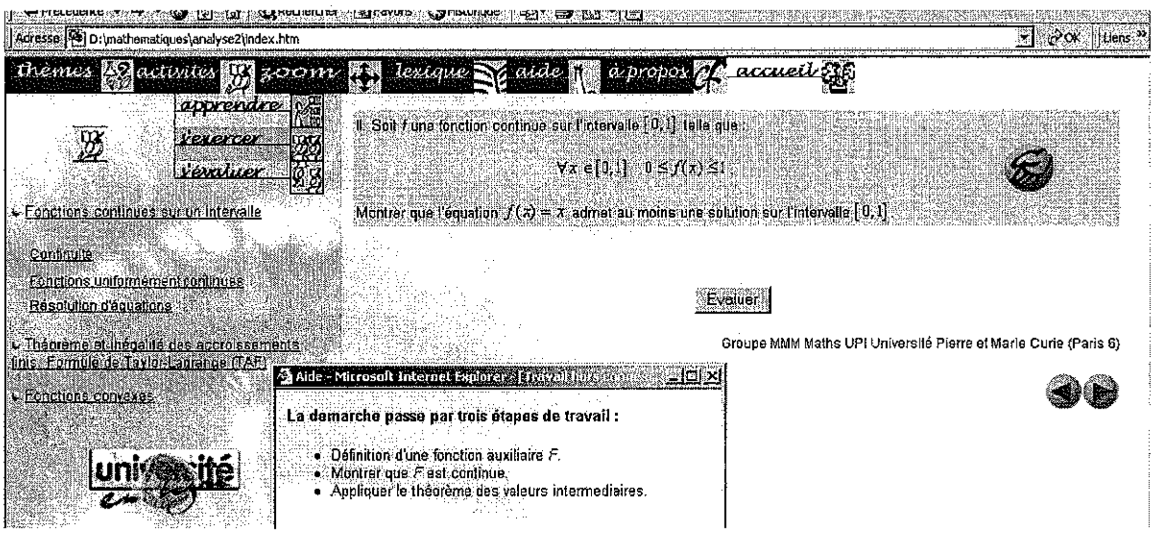

Le cas est analogue lorsque l'étudiant utilise une calculatrice graphique.

*Transformation d'une question ouverte en une question fermée*
En voici un exemple

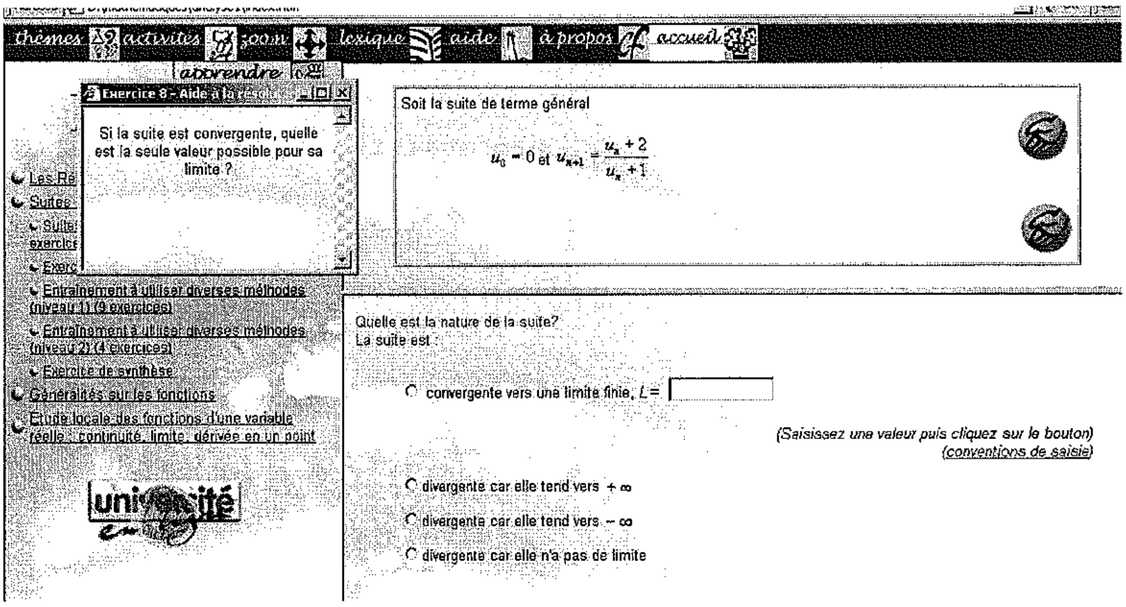



Ce coup de pouce simplifie tellement la tâche qu'il donne en fait totalement la solution du problème.

*Indication de méthode*
Ce sont des coups de pouce très fréquents, il est clair que la tâche est changée. L'étudiant n'a plus qu'à suivre la démarche indiquée et toute la difficulté de l'exercice d'élaborer une stratégie a disparu. En voici un exemple :




*Des coups de pouce donnés sous forme interrogative*
Cela peut éviter de donner complètement la méthode de résolution. En voici un exemple :



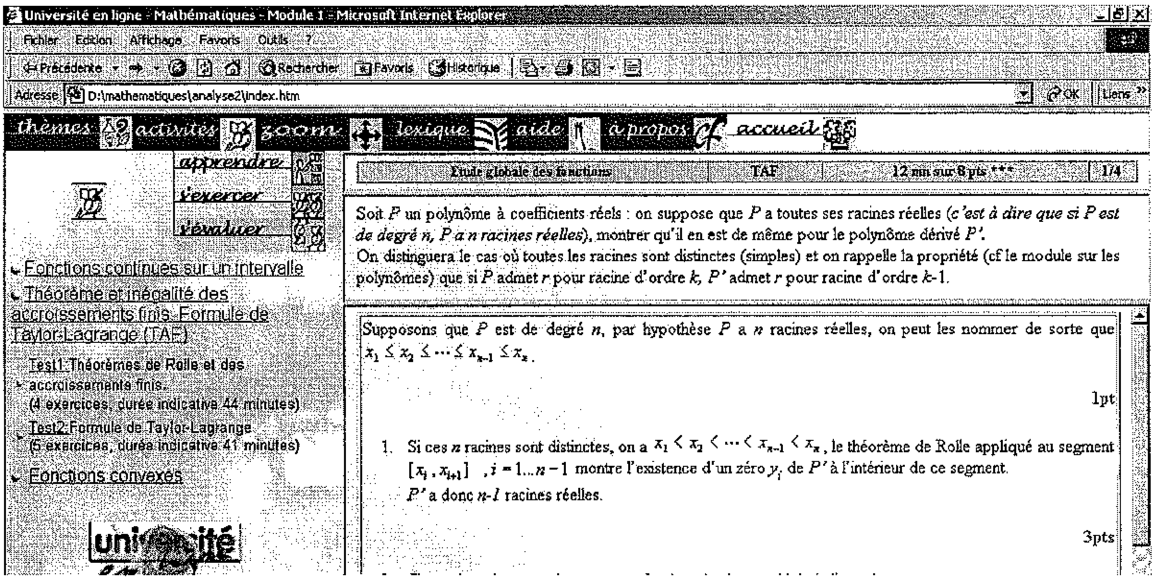

Enfin, dans la partie s'évaluer le choix est fait de ne pas donner de coup de pouce.

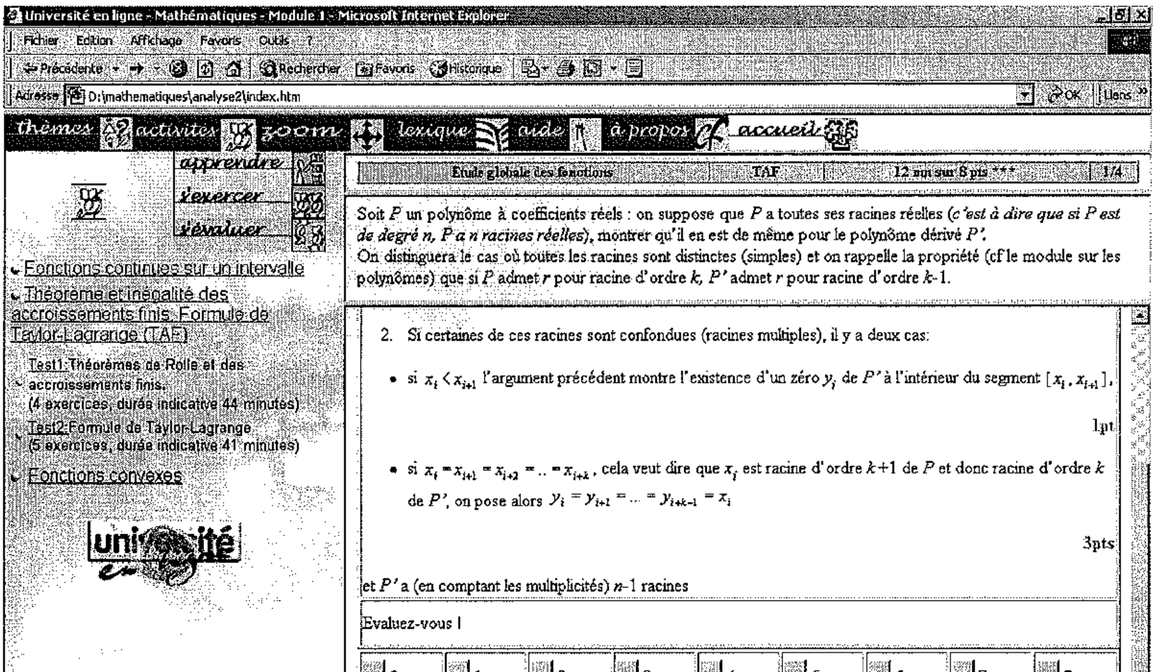
**b) Des étudiants répondent au hasard ou par essai et erreur**

Les observations d'étudiants montrent que certains répondent au hasard ou par essais/erreurs sur certains exercices avec analyse de réponse. Pour limiter un peu cette dérive, les exercices ne donnent pas toujours une correction immédiate. C'est-à-dire qu'on pose plusieurs questions sous des formes proches des QCM et à la fin, on annonce seulement le nombre d'erreurs. On donne alors à l'étudiant la possibilité de modifier ses réponses. Toutefois, il est clair que ces exercices n'incitent pas l'étudiant à soigner la rédaction, ni à chercher les justifications. En ce sens, nous jugeons qu'ils sont insuffisants pour un apprentissage complet mais nous montrons dans la troisième partie qu'ils peuvent tout de même être intéressants.

**c) L'intérêt des exercices de la partie « s'évaluer » : la tâche d'auto-correction**

Dans la partie « s'évaluer », l'étudiant est chargé de se noter et la lecture de la solution est balisée par un barème donnant les points que l'étudiant peut s'accorder. Voici un exemple :




Il semble, à l'observation, que ce système fasse lire attentivement la correction par les étudiants : a priori, ils doivent comprendre cette correction pour s'auto-évaluer raisonnablement ou du moins en repérer les points importants. En outre, la structure découpée du corrigé (pour pouvoir affecter des points à chaque étape de la solution) favorise peut-être cette compréhension.

### 2 4. Retour sur nos hypothèses de départ

#### a) Intégration des TICE : un moyen de remotiver les étudiants en sciences ?

Cette hypothèse, sans nuance, n'est pas confirmée de manière globale par l'expérimentation. En effet, malgré une satisfaction globale de ceux qui se sont exprimés, il y a eu des abandons d'étudiants et de l'absentéisme comme dans les autres sections. Au-delà de notre conclusion de viabilité du deug Spad, nous pensons que le problème général de la motivation des étudiants en première année, éventuellement de leur réorientation, dépasse l'échelle de cette expérimentation. Il ne peut donc pas être résolu uniquement par une intégration des TICE dans le processus de formation nous en trouvons, sur cet exemple, une nouvelle confirmation.

#### b) Environnement informatique : une possibilité de créer des lieux de travail ?

Nous estimons que nos résultats permettent de conclure à une activité mathématique importante. Précisons.

Pendant les séances machines observées, nous nous appuyons sur les résultats de la grille d'observation des étudiants et sur les entretiens pour conclure à peu de moments de rêverie, un intérêt pour ces séances et beaucoup d'échanges mathématiques à la fois avec le professeur et les camarades. Certaines attitudes, comme le fait de regarder son cours personnel sont plus observées en séance machine même si elles ne nous semblent pas directement liées à l'ordinateur. Notons, cependant, que les étudiants ne demandent pas davantage de séances machine, même s'ils disent les préférer. Nos renseignements sur le travail personnel concluent également à un travail important avec le Cd Rom et en augmentation au long de la formation. Les étudiants insistent cependant, sur la nécessité d'un support papier. En période de révisions, tout se passe comme si les anciens usages reprenaient le dessus : ils révisent d'abord avec leurs notes de cours et de Td, éventuellement avec des annales et livres d'exercices corrigés.

Reste à s'interroger sur le sens de ce « plus d'activité ». Par exemple, s'il s'agit de procéder par essais et erreurs jusqu'à avoir l'approbation de la machine, on peut raisonnablement craindre que cette activité ne soit pas suffisante. En revanche, on peut penser que des attitudes souvent observées telles que les va et vient entre les exercices, les lectures constructives de solutions soient propices à l'installation d'un apprentissage.

#### c) Les coups de pouce : une occasion de présenter des exercices riches ?

Nos observations montrent que les coups de pouce existants sont assez variés et utilisés par la quasi-totalité des étudiants. Elles nous conduisent surtout à penser que des coups de pouce bien utilisés peuvent être une occasion de varier les types d'exercices et non simplement de les simplifier. Cela permet, comme nous l'avons observé, d'aménager des changements de registres qui ne modifient pas nécessairement à la baisse l'activité potentielle des étudiants face à la tâche proposée. Il nous semble qu'il y a là des possibilités à exploiter du côté de la production : le coup de pouce pourrait favoriser d'autres types de liens tels ancien/nouveau, favoriser l'organisation des connaissances. Les coups de pouce pourraient exister après les corrections et être des commentaires méta sur l'exercice que viennent de terminer les étudiants. On peut aussi imaginer intégrer des outils de simulation dans les coups de pouce.

**2 5. Analyse synthétique des résultats**

Pour reclasser nos résultats, nous adoptons maintenant un point de vue systémique en répondant à cette triple question : face à l'innovation introduite par les Tice dans la formation : qu'est ce qui a changé, qu'est ce qui a posé de nouveaux problème et qu'est-ce qui a résisté ?

**a) Intégration d'un nouvel outil, de nouvelles routines s'installent spontanément...**

Tout au long du temps de la formation, le nombre et la durée des sessions de travail avec le Cd Rom augmentent. En séances machine, les étudiants progressent à des rythmes variés, mais tous cheminent par va et vient entre les différents exercices de la séance. La solution d'un exercice ne termine pas nécessairement une étape de réflexion mais est au contraire parfois l'occasion d'un nouveau travail sur le même exercice. Les étudiants sortent assez systématiquement leurs notes de cours. Enfin, les échanges de contenus mathématiques entre étudiants ou entre un étudiant et l'enseignant sont importants et ce dernier renonce rapidement à la parole collective pour consacrer tout son temps aux échanges individuels. Il devient alors nécessaire de chercher à préciser ses interventions.

**b) ...mais aussi de nouvelles difficultés apparaissent...,**

Il y a une difficulté, observée et énoncée par les étudiants et les enseignants, à garder une trace écrite du travail fait en séance machine et plus généralement à articuler le support papier et le support écran. Les exercices de l'Uel ne favorisent en fait pas les tâches de rédaction.
En outre, il y a un danger de fausse activité en répondant au hasard, en procédant par essais/erreurs pour certains exercices. Il faut étudier s'il n'y a tout de même pas derrière ces comportements des activités mathématiques de simulation. Il y a aussi des difficultés liées aux utilisations de coup de pouce, dont il apparaît qu'ils sont lus par la quasi-totalité des étudiants alors que certains n'en auraient peut-être pas besoin. Il y a enfin une difficulté liée à l'écriture des mathématiques sur les forums. Plus généralement, il y a une réflexion à mener sur l'utilisation d'une plate-forme d'enseignement et le métier de tuteur en ligne.

**c) ...tandis que d'anciennes habitudes subsistent.**

Le support papier semble indispensable dans le travail régulier, par exemple comme support de cours, il est pratiquement le seul utilisé en période de révision ; dans tous les cas il reste la preuve visible du travail effectué[2].
Il y a toujours des difficultés pour les étudiants à poser des questions : que le média soit oral ou électronique, la difficulté à se représenter ce qu'il faut demander reste la même.
Enfin, les étudiants demandent toujours « plus », notamment plus d'organisation dans leur travail, avec un semainier. C'est-à-dire, et c'est un point à approfondir, qu'ils n'ont sans doute pas les même attentes que les enseignants pour l'utilisation de la plate-forme.

---

[2] Ces résultats concernent l'enseignement des mathématiques dans notre dispositif ; nos collègues informaticiens qui enregistrent les traces de travail des étudiants ont certainement d'autres conclusions.

## 3- Résultats spécifiques

Dans cette partie, nous synthétisons des résultats d'observation des séances machines liés aux contenus mathématiques enseignés. Ces résultats sont mis en lumière lorsqu'on distingue les types d'exercices proposés aux étudiants lors de ces séances.

Nous choisissons de regarder le travail des étudiants en analysant les exercices qui leur sont proposés. Nous avons déjà évoqué dans la partie 1 pourquoi nous choisissons le type d'exercice comme axe pour étudier la qualité du travail mathématique des étudiants et juger des apprentissages potentiels. Rappelons quelques idées. Nous connaissons l'importance dans les exercices proposés aux étudiants, par exemple, des changements de cadres et de points de vue (Douady 1987, Robert 1998). Ils interviennent dans le travail des étudiants à la fois comme témoin de mises en fonctionnement de connaissances efficaces et comme source éventuelle d'apprentissage. Des recherches ont également montré l'importance du statut des notions en jeu dans les exercices quant à leur insertion dans le paysage mathématique des élèves. En d'autres termes le degré de nouveauté et l'articulation des notions par rapport aux connaissances anciennes des étudiants permettent de favoriser l'apprentissage de ces notions. D'autres recherches enfin (Pian 1999) ont montré l'importance pour la réussite des étudiants d'arriver à un niveau de mise en fonctionnement des connaissances dépassant celui de la réussite des applications simples de théorèmes, définitions ou formules. C'est-à-dire aussi arriver chez l'étudiant à une certaine disponibilité des connaissances, en relation étroite avec une certaine organisation des connaissances.

Nous nous appuyons donc sur une typologie des exercices suivant l'analyse des tâches mathématiques qui leurs sont associées (Robert 1998). Entre autres, on se demande : y a t-il des étapes, y a t-il des sous-tâches (si la tâche est une application directe sans étape d'un théorème, d'une formule… on parle de tâche technique, simple et isolée) ? Les questions sont-elles liées ou indépendantes (si la tâche indépendante d'autres tâches, on parle de tâche isolée) ? Une méthode (un cadre, un registre) est-elle indiquée (faut-il mobiliser des connaissances) ? La notion en jeu est-elle nouvelle ? Quels sont ses liens avec l'ancien ? Quel raisonnement est en jeu (tâche technique, application simple du cours ou non, faut-il adapter des connaissances…) ?

Les activités des étudiants sont associées à ce qu'ils font pour résoudre les tâches. En rendre compte n'est pas évident mais c'est ce qui nous guidera en conclusion pour synthétiser les résultats de cette partie 3. Dans un premier temps, nous présentons successivement des observations de séances d'exercices de tâches techniques, d'une séance d'exercices plus consistants mais ne mobilisant que des connaissances anciennes (révisions) et enfin de séances d'exercices mobilisant des connaissances nouvelles dans des tâches où il existe des adaptations de ces connaissances. On consultera le tableau en annexe 4 pour avoir une vision chronologique des séances observées.

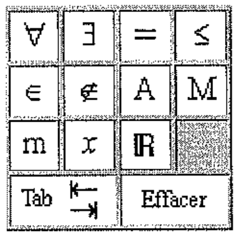
### 3.1 Exercices techniques :

Nous donnons des exemples d'exercices techniques qu'il semble plus intéressant d'aborder (en présentiel ou à distance) en utilisant l'outil informatique. Dans le premier groupe d'exemples, il s'agit d'exercices de travail de la technique mathématique, qui semblent simplement plus attrayant avec l'ordinateur qu'en séance classique. Dans le second groupe d'exemples, il s'agit d'exercices qui entraînent à un travail assez systématique, qui non seulement semble plus attrayant avec la machine, mais auquel on ne se livrerait peut-être pas en séance classique. Enfin, dans le dernier groupe d'exemples, il s'agit d'exercices techniques qui prennent une dimension pédagogique supérieure grâce à l'usage de l'ordinateur, car celui-ci permet d'apporter un caractère aléatoire aux énoncés.

**a) Exercices techniques plus attrayants avec l'ordinateur :**

Nous donnons deux exemples, dans l'ordre chronologique des séances observées.

*Exemple dans la séance S1 : la palette pour l'écriture symbolique*
On demande d'écrire en langage symbolique des phrases mathématiques. Pour ce faire l'étudiant dispose d'une palette avec des touches lui permettant d'écrire les symboles mathématiques




**Un énoncé et son analyse :**

*Soit A un sous ensemble non vide de* **R**. *Ecrire avec des quantificateurs la proposition suivante : M est un majorant de A .*

Le but de cet exercice est de vérifier la connaissance de la définition nouvelle de majorant. Il s'agit d'un exercice technique d'application isolée du cours : passer de l'écriture classique à l'écriture symbolique d'une phrase mathématique.

Même si la notion de quantificateurs est très récente pour des étudiants, l'existence de la palette qui ne permet d'utiliser que 11 éléments mathématiques et des notes de cours proches des étudiants, rend la tâche relativement simple. Dès lors que l'étudiant a compris ce qu'est un majorant de $A$, ou qu'il a retrouvé dans son cours la définition, il peut facilement traduire la phrase « *M est un majorant de A* » par « quelque soit $x$ appartenant A, $x$ est plus petit que $M$ » puis formaliser la réponse en utilisant les quantificateurs.

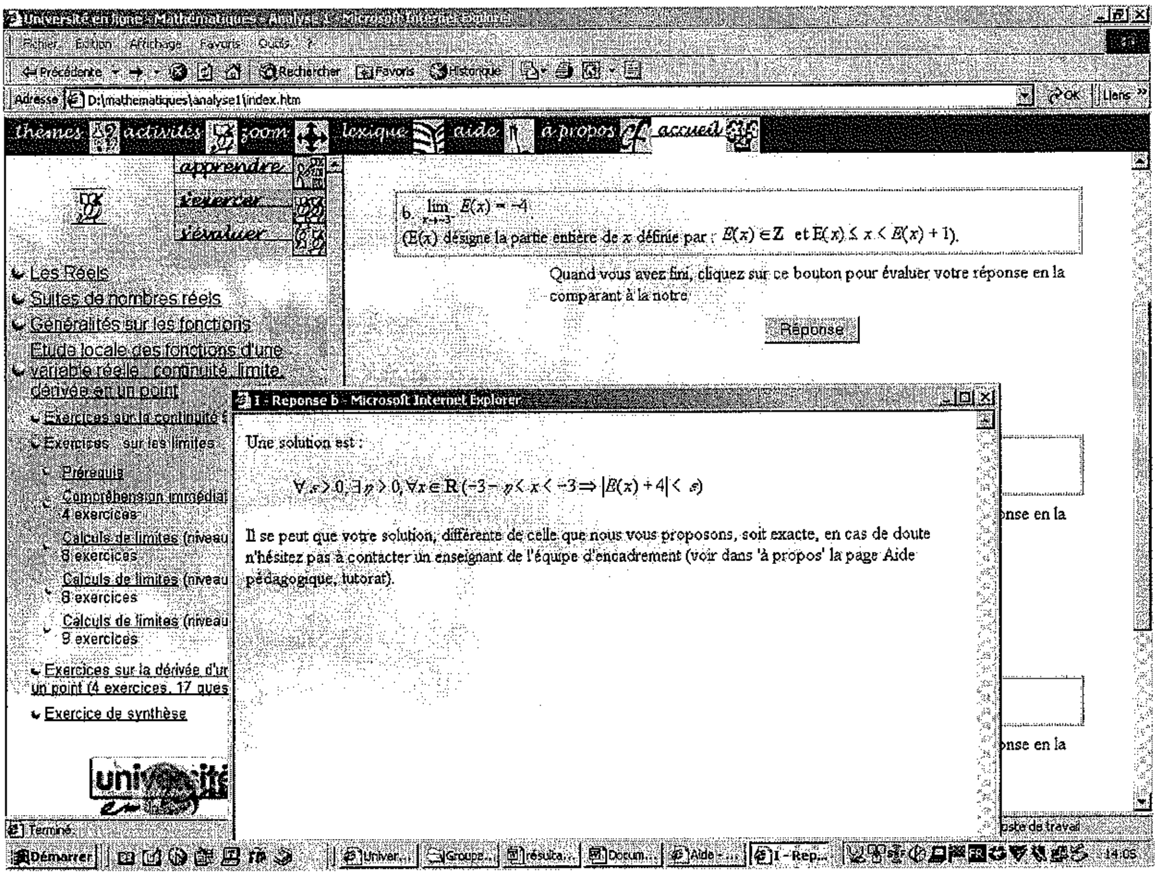
Remarquons que l'écriture de la phrase « $A$ est un ensemble majoré », qui existe aussi en tant qu'exercice dans UeL, est moins simple que « $M$ est un majorant de $A$ » car il faut penser à introduire une variable jouant le rôle du majorant. Elle est cependant moins simple également à traiter pour la machine : dans cette situation, les tests de corrections doivent être faits avec une grande prudence du fait des variables muettes (un majorant est aussi bien $m$ que $M$ par exemple). Ceci explique en partie les limites dans les possibilités de phrases à traduire.

**Observation des étudiants dans la séance**

Les étudiants observés semblent avoir une activité conséquente sur les écritures symboliques. Ces exercices semblent en fait permettre une bonne relecture du cours et un réinvestissement du travail récent sur les quantificateurs.

*Exemples dans les séances S4*
Il s'agit toujours de formaliser des expressions. Il y a 5 questions correspondant à des expressions différentes. Dans cet exercice, l'étudiant doit écrire sur une feuille son expression solution et la comparer avec la solution proposée par la machine.

**La deuxième question et son analyse :**




La tâche porte à nouveau sur des connaissances nouvelles. Il n'y a pas de coup de pouce. Elle est encore isolée puisque l'on traduit une phrase mathématique pour elle-même. En outre, elle est assez simple pour les étudiants puisqu'ils ont, à nouveau, à leur disposition, leurs notes de cours où figure avec quelques variantes, le même type d'écriture symbolique. Il y a seulement une petite adaptation dans le fait qu'il ne faille traduire que la limite à gauche de -3.

**Observation des étudiants pendant la séance**

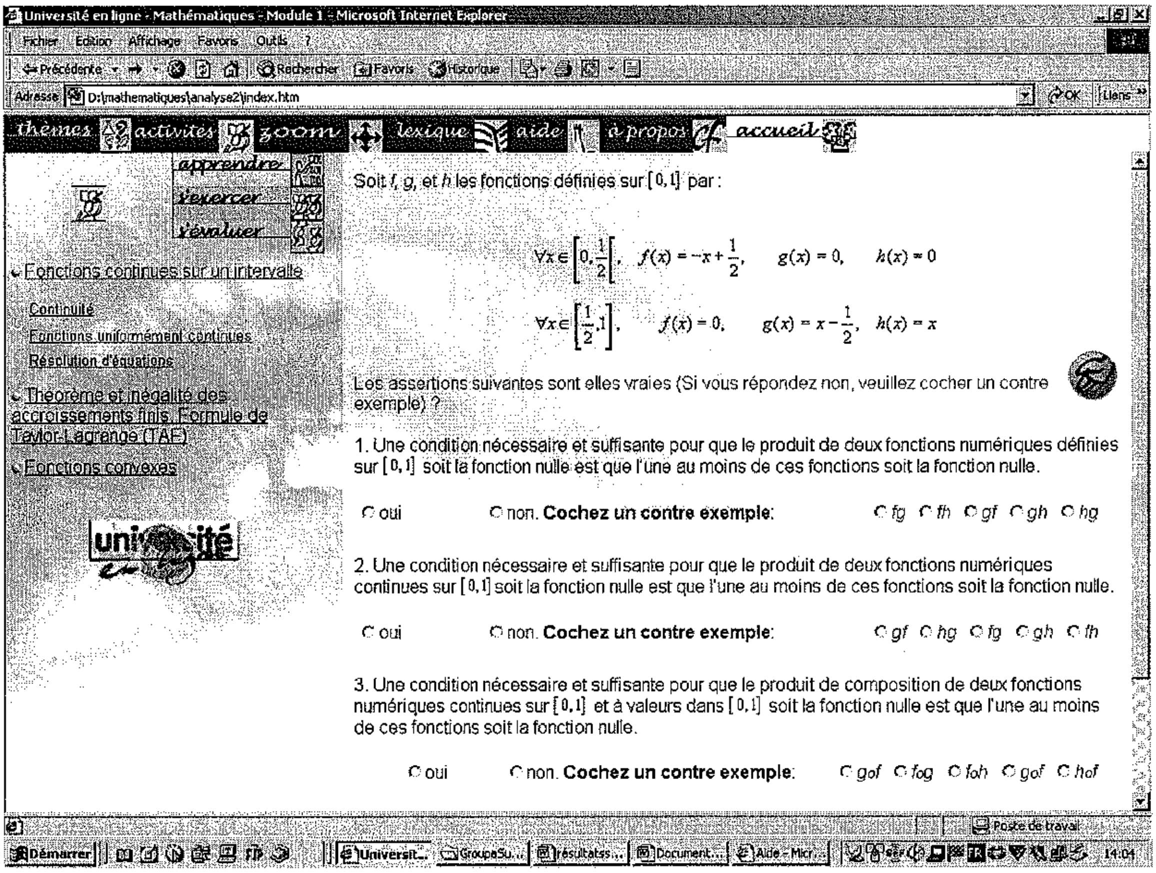
Les étudiants observés travaillent sur cet exercice environ 40mn (pour les 5 questions). Ils utilisent sans cesse leurs notes de cours, en faisant des allers-retours et des comparaisons avec celui-ci. Pour certains toutefois, la lecture de l'énoncé et/ou de la correction n'est pas précise. Par exemple, un étudiant n'a pas vu ses erreurs et refait les mêmes dans la question suivante. Un autre corrige ses erreurs d'après la solution donnée dans le logiciel sans y attacher d'importance, puis répond correctement à la suite.

**b) Exercices techniques plus systématiques avec l'ordinateur**

Nous donnons ici aussi deux exemples.

*Exemple dans la séance S5*
Il s'agit d'une séance sur la continuité globale d'une fonction.

**Un énoncé et son analyse :**




Le caractère systématique de l'exercice réside dans le fait que l'on puisse, à partir des trois fonctions, construire leur produit deux à deux (puis même leur produit de composition deux à deux) et proposer ces 6 produits à l'étudiant comme contre-exemple éventuel. Chacun de ces produit sera d'ailleurs un contre exemple à une assertion à un moment donné de l'exercice, ce qui engendre bien un travail systématique sur ces trois fonctions que l'on ne ferait peut-être pas en séance traditionnelle.

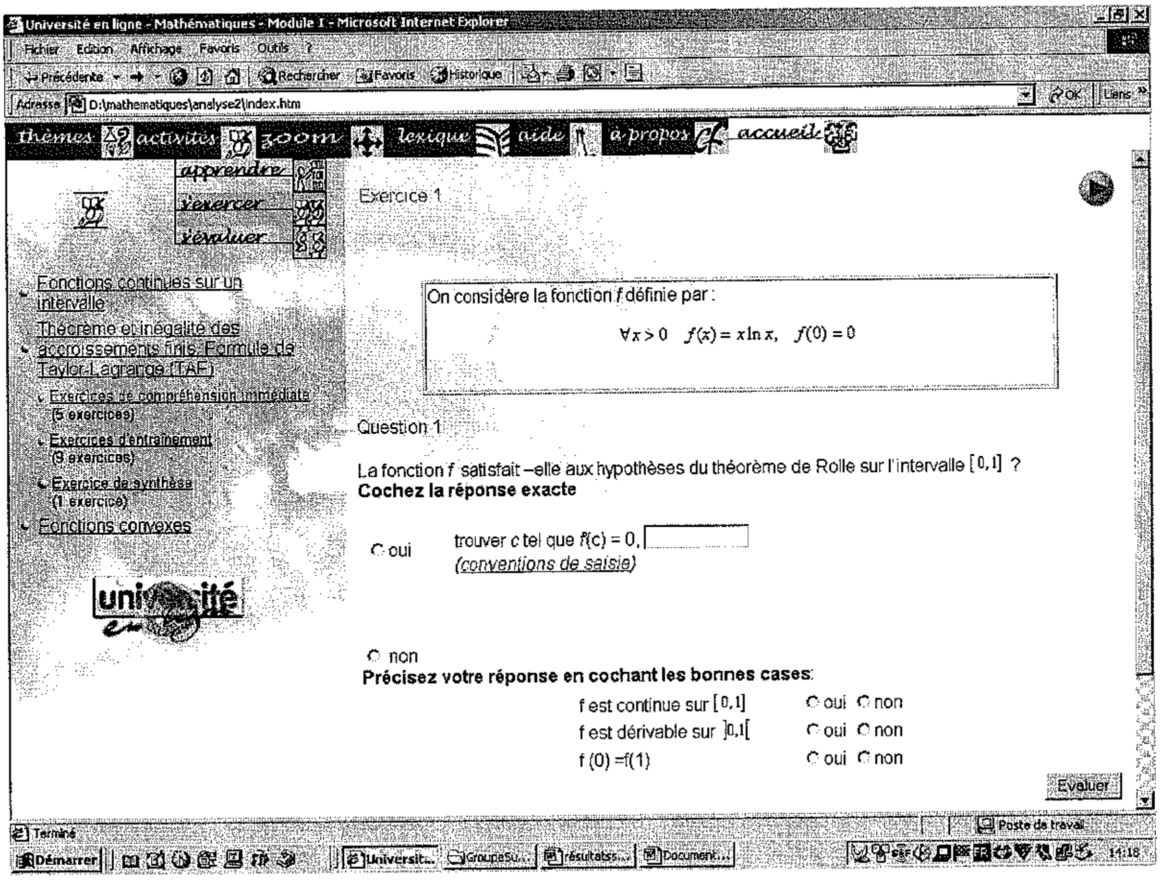
Il s'agit d'un travail portant sur des connaissances anciennes puisque vues en fin de terminale S. Le coup de pouce permet de visualiser les graphes des fonctions et des produits. Les étudiants peuvent ainsi facilement rechercher les contre-exemples demandés dans la liste (tâche devenue simple et isolée), ce qui n'est pas du tout la même démarche que de rechercher des contre exemples à une assertion dans sa collection personnelle de fonctions. On peut ici se demander si le fait de proposer en doublon les produits des types ( $gf$ , $fg$ ) est bien pertinent ou s'il relève d'une volonté de faire s'interroger les étudiants sur la commutativité du produit de fonctions.

**Observation des étudiants dans la séance**

Les étudiants observés semblent à nouveau avoir une activité mathématique correcte sur ces exercices. Il n'est pourtant pas clair en les regardant travailler qu'une comparaison attentive entre leur solution et celle du logiciel soit faite. Par contre, quand un enseignant revient sur un exercice en posant des questions précises, bien que neutres, à deux étudiants observés, cela les force à exprimer des mathématiques. Alors on voit deux attitudes : une étudiante, alors qu'elle a tout fini au bout de 40mn, ne sait répondre à aucune question, confond $I$ et $f(I)$, mélange un peu tout alors que l'autre étudiant paraît comprendre et sait réexpliquer ce qu'il a fait.

*Exemple dans la séance S6*

**Un énoncé et son analyse :**




Le but de l'exercice est d'entraîner l'étudiant à vérifier systématiquement que les 3 hypothèses du théorème de Rolle sont satisfaites avant de l'appliquer et, dans le cas où il est applicable, à expliciter le $c$ de la conclusion du théorème. La première tâche est donc de vérifier si les hypothèses sont satisfaites. Si la réponse est « oui », l'étudiant doit conclure que le théorème est applicable. La deuxième tâche est de fournir explicitement un $c$ satisfaisant à la conclusion. Si la réponse est « non », il doit préciser quelle est (sont) les hypothèses non satisfaites, ce qui découle de la première tâche. Ce n'est qu'à l'issue des deux réponses effectives que le travail est validé et que le corrigé est fourni. Une représentation graphique de la fonction illustre alors le corrigé.

Les deux tâches sont donc isolées l'une de l'autre. La première tâche est simple. Soit l'étudiant connaît le théorème (qui est une connaissance nouvelle), soit il le recherche dans ses notes ou la partie cours correspondante sur le Cd Rom. Il doit simplement vérifier les différentes hypothèses. Il faut se poser des questions sur la continuité et la dérivabilité des fonctions proposées mais continuité et dérivabilité globale des fonctions simples (qui sont des produits de fonctions continues ou dérivables) sont des notions anciennes. La deuxième tâche est simple également. Il s'agit de calculer une dérivée et de résoudre une équation.

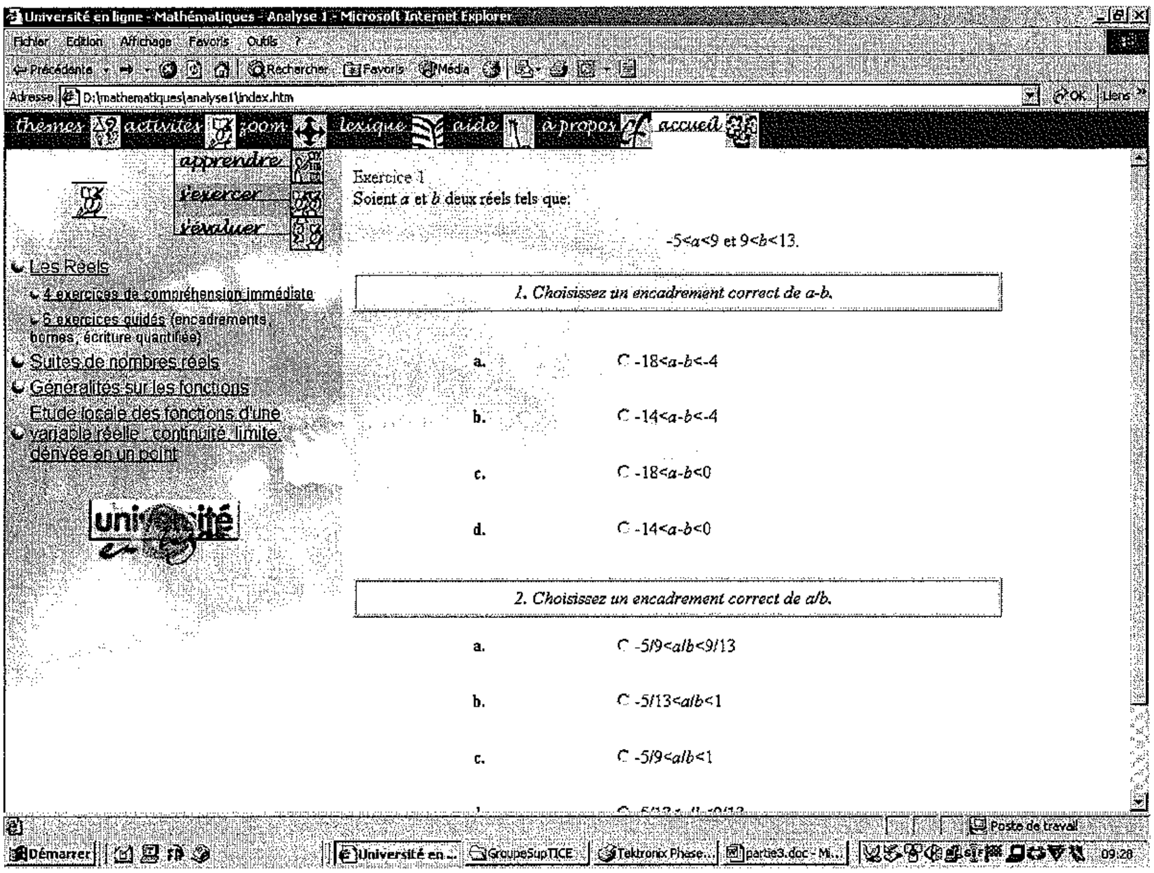
**Observation des étudiants pendant la séance**

Les observations effectuées montrent que si un étudiant « joue le jeu », c'est-à-dire se donne le temps de chercher les exercices, il ne se heurte pas à de grosses difficultés et doit pouvoir ressortir de sa séance en connaissant les théorèmes, en sachant les appliquer dans des cas simples et en s'étant entraîné à l'étude de continuité et dérivabilité de fonctions.

**c) Exercices techniques plus diversifiés grâce à l'ordinateur : les paramètres aléatoires**

Il s'agit d'exercices peu fréquents dans UeL. Nous en donnons un exemple extrait de la séance S1.

**Un énoncé et son analyse :**




On donne un encadrement de deux réels $a$ et $b$ et on demande de choisir parmi 4 possibilités un encadrement de $a$-$b$ puis de $a/b$. Le but de cet exercice est de faire réfléchir aux liens entre opérations et inégalités. Le phénomène intéressant est qu'il y a un tirage aléatoire des valeurs (mais qui conserve la même difficulté à l'exercice : par exemple le réel $a$ est encadré entre un nombre négatif et un nombre positif ce qui oblige à envisager deux cas pour le quotient et le réel $b$ est toujours strictement positif) si bien que deux voisins n'ont pas le même énoncé et qu'un étudiant qui refait l'exercice a également des valeurs différentes.

Il s'agit de tâches techniques, isolées (pour un étudiant de Deug), portant sur des connaissances anciennes (vues au fil de l'enseignement secondaire), mais pas simples (pour le quotient surtout, même pour un étudiant de Deug). Pour montrer que si $-4<a<11$ et si $1<b<15$, on a $-4<a/b<11$, l'étudiant doit manipuler des majorations et des minorations de nombres positifs ou négatifs. Par exemple, il doit écrire que $1/15<1/b<1$ puis que $a/b$ est minoré par -4 (quand $1/b$ vaut 1) et majoré par 11 (toujours quand $1/b$ vaut 1).

**Observation des étudiants pendant la séance**

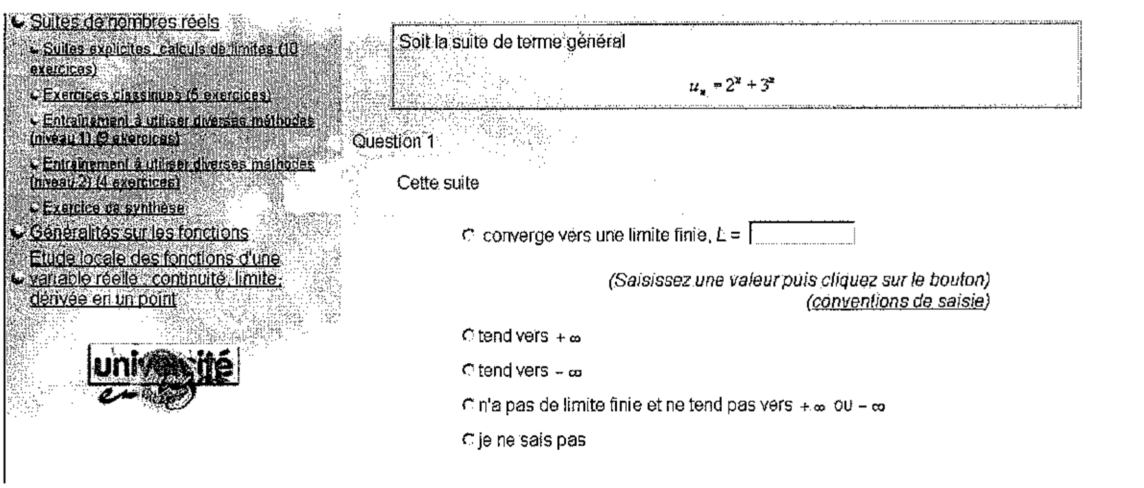
Les étudiants semblent travailler correctement les encadrements. Plusieurs d'entre eux sortent leurs notes de cours, l'un d'entre eux consulte dans une autre fenêtre le cours du Cd. Ces exercices sur les encadrements semblent les intéresser et ceci est renforcé par le fait que les énoncés soient différents d'une machine à l'autre.

Par contre, les étudiants sont surpris, au début tout au moins, par ces tirages aléatoires et surpris également que du coup, la réponse correcte pour l'un ne soit pas la réponse correcte pour l'autre. Ils appellent l'enseignant, croyant déceler des erreurs dans la machine. Ceci montre une représentation simple du travail sur ordinateur (uniformité complète : les réponses sont obligatoirement les mêmes) et une légèreté vis à vis des exercices. Ils ne lisent pas suffisamment bien les énoncés au point de ne pas s'apercevoir qu'ils sont différents d'un poste à l'autre.

**3.2 Exercices de révision**

Nous donnons un exemple d'un exercice de révision extrait de la séance S2. Il ne relève pas d'un simple travail technique, ce qui justifie qu'il soit distingué des exercices rencontrés dans le premier paragraphe qui mobilisaient parfois des connaissances anciennes.

**Un énoncé et son analyse :**



A l'issue de cette question

- si la réponse est correcte il apparaît dans une fenêtre le message suivant :

| |
|---|
| Bonne réponse<br>En effet la suite tend vers $+\infty$ car c'est la somme de deux suites géométriques de raison strictement supérieure à 1 et de premier terme positif. |

- si la réponse est incorrecte il apparaît le message suivant :

| |
|---|
| Mauvaise réponse<br>Proposez une autre réponse |

Après une deuxième réponse incorrecte l'ordinateur donne la bonne réponse.

Il s'agit d'un exercice d'applications des connaissances anciennes de terminale (révisions). Toutefois, pour le résoudre, l'étudiant doit soit remarquer qu'il s'agit de la somme de deux suites géométriques, soit minorer par l'une des deux suites géométriques. Ce doit être une connaissance disponible puisque qu'aucun indice externe ne vient suggérer cet appel aux suites géométriques. Elles sont ici toutes deux de raison plus grande que 1 et de premier terme positif d'où le résultat. Le corrigé fournit exactement ces éléments.

**Observation des étudiants durant la séance**

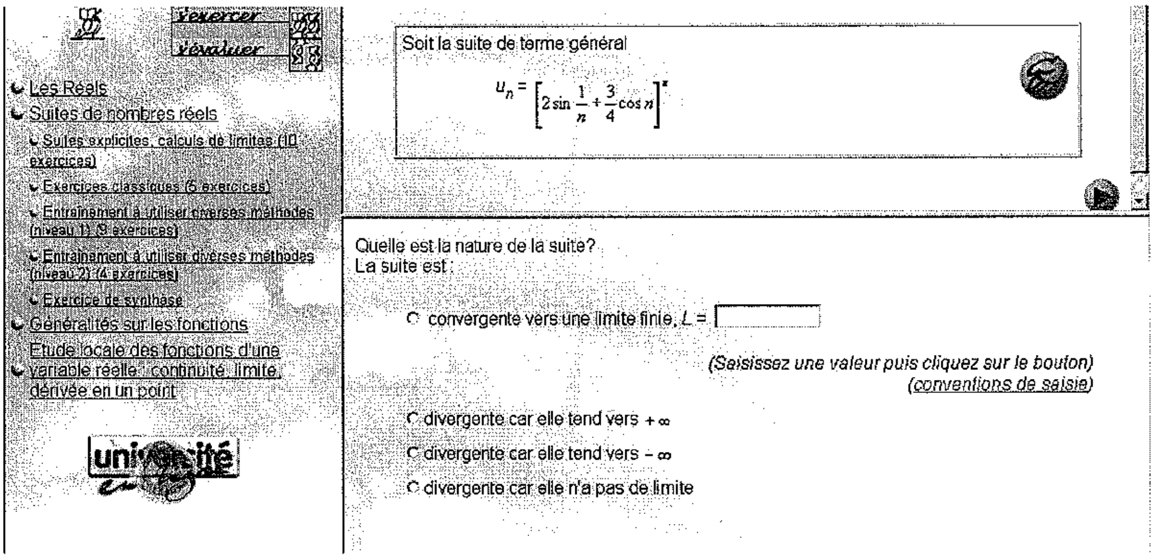
Les étudiants observés semblent travailler très sérieusement sur ces exercices. La série commence par l'exercice analysé, puis comporte 4 exercices assez complexes : convergence de $(a^n - b^n)/(a^n + b^n)$, étude de $(1 - x^2/n^2)^n$ et 2 autres de ce genre, $\cos(n!\pi x)$ et $(E(x) + E(2x) + ...E(nx))/n^2$. Un étudiant arrive en 30 minutes à l'exercice 7 de cette série mais à des questions de l'observateur sur la résolution des précédents, il revient à l'exercice 1, ne sait rien en dire et explique sa méthode : « j'ai regardé, je me suis dit quel théorème utiliser et je suis passé ». Encore un fois, quelle activité mathématique réelle a-t-il produit ?

### 3.3 Exercices nécessitant d'adapter des connaissances nouvelles

On distingue deux types d'exercices. Un type où est travaillée une démarche de résolution, ce qui relève d'une adaptation de connaissances en partie méta mathématiques (Robert, Robinet 1996, Rogalski M.), et un type où est travaillée une notion, ce qui relève d'une adaptation de connaissances nouvelles, strictement mathématiques.

**a) Exercice où est travaillée une démarche de résolution (séance S3)**

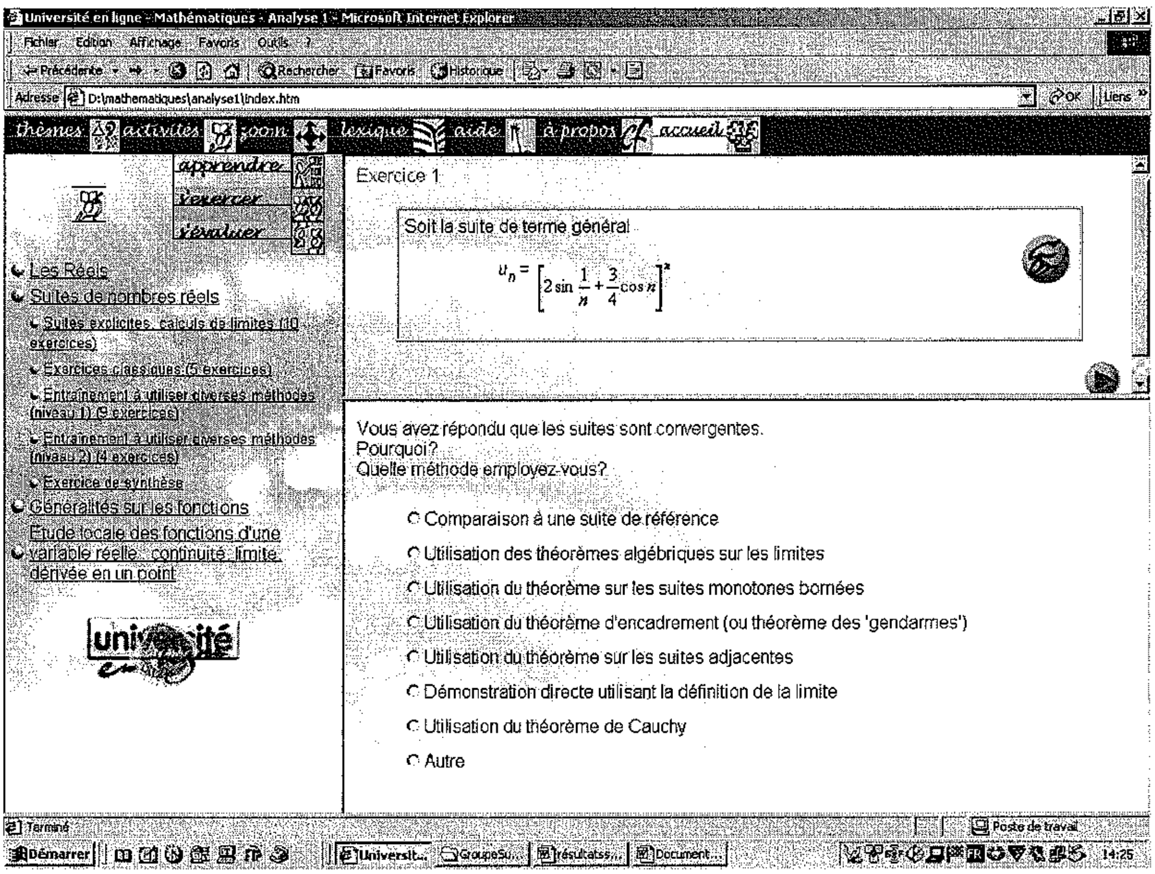
**Un énoncé et son analyse :**



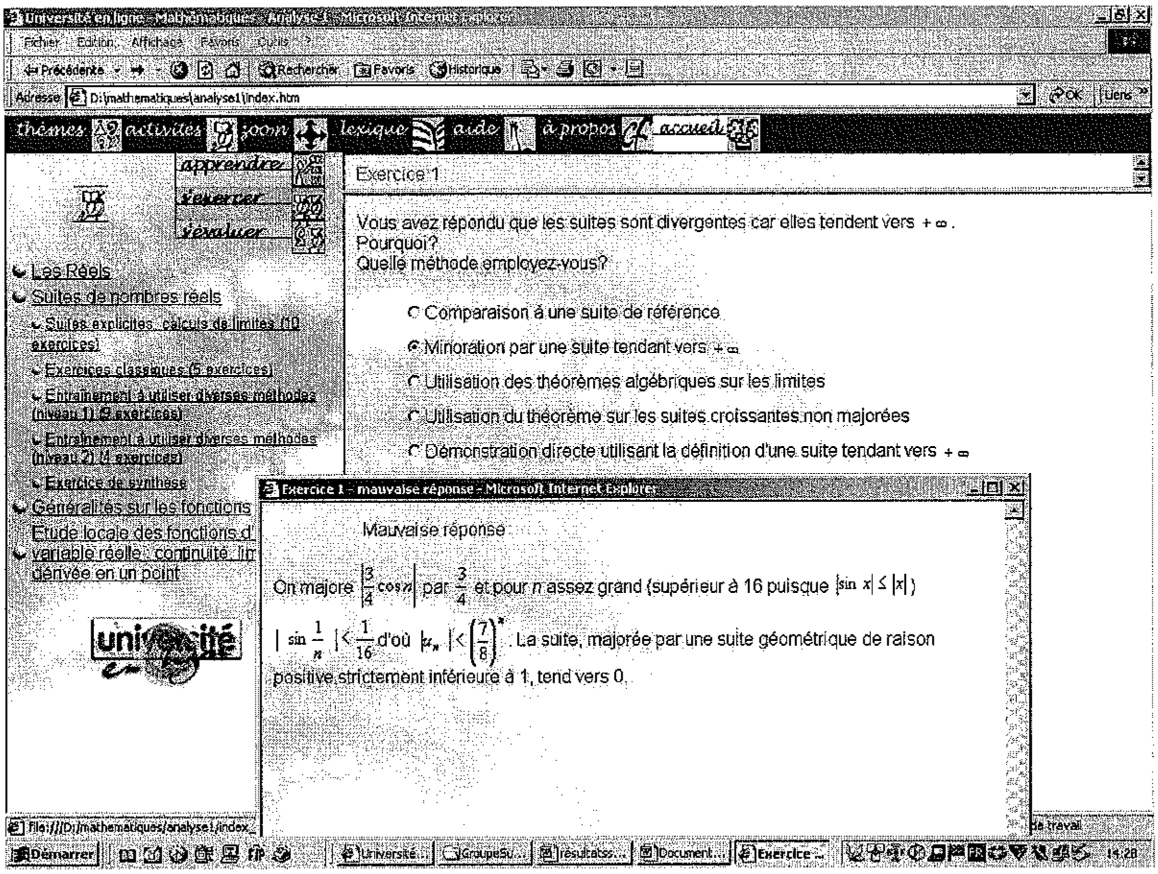

Pour cette question

- on peut demander *un coup de pouce* qui donne le message suivant :
  - Comparer, à partir d'un certain rang, à une suite géométrique

- Si la réponse est *« la suite est convergente vers une certaine valeur »*, l'ordinateur ne dit pas si la réponse est correcte ou non mais il apparaît dans une fenêtre le message suivant :



- Si la réponse est *la suite est divergente*, l'ordinateur ne dit pas si la réponse est correcte ou non mais il apparaît dans une fenêtre le message suivant :




Une fois que l'étudiant a choisi une méthode, l'ordinateur valide ou invalide la réponse sur la convergence, si la réponse est incorrecte il renvoie au début de l'exercice. Si par contre, la réponse est correcte, il corrige pour la méthode. Dans cet exemple, la réponse est *« la suite converge vers 0 »* et la méthode choisie est la comparaison à une suite de référence.

Il s'agit d'un exercice qui mélange connaissances anciennes (suites géométriques) et connaissances nouvelles (techniques de comparaison et majorations à partir d'un certain rang). En outre, la tâche n'est pas simple et isolée ; il y a bien des adaptations des connaissances : l'étudiant doit avoir une idée du résultat et choisir une méthode. Le coup de pouce dans cet exercice réduit les choix de méthode sans pour autant fermer la question de ce point de vue. L'étudiant comprend au mieux qu'il doit, à partir d'un certain rang, soit minorer le terme général pas celui d'une suite géométrique divergente, soit le majorer par celui d'une suite géométrique convergente. Avec l'idée du résultat, il faut donc faire apparaître la suite géométrique majorante. Il faut procéder à deux majorations indépendantes, dont l'une n'est vérifiée qu'à partir d'un certain rang. Enfin, il faut dire que la série majorante converge car sa raison est strictement plus petite que 1.

Pour la résolution précise, il faut commencer par utiliser la majoration $\left|\frac{3}{4}\cos n\right| \leq \frac{3}{4}$. Il reste le terme $2\sin\frac{1}{n}$ qu'il faut majorer par un nombre strictement plus petit que $\frac{1}{4}$ de manière que sommé à $\frac{3}{4}$ on trouve un nombre strictement plus petit que 1. Il suffit donc d'assurer (par exemple, comme dans le corrigé) $\left|\sin\frac{1}{n}\right| < \frac{1}{16}$, ce qui sera vérifié dès que $n$ est supérieur strictement à 16.

**Observation des étudiants dans cette séance**

Les étudiants réfléchissent et ont, en général, une bonne idée du comportement de la suite. La question sur le type de méthode leur fait toutefois chercher plus sérieusement qu'ils ne l'avaient fait une justification. Cependant, peu d'entre eux arrivent à trouver totalement la solution. De plus, quand ils la lisent, beaucoup ne comprennent pas d'où vient la valeur 16 pour $n$. Ils demandent alors soit entre eux, soit aux enseignants. Si bien qu'il émerge une seconde tâche : la compréhension de la solution. Pour cet exercice, la présence d'un enseignant est donc nécessaire.

Les étudiants travaillent donc sérieusement et cette séance plait à la fois aux étudiants et aux enseignants. Le fait de leur faire préciser la méthode utilisée, même si c'est parfois difficile car plusieurs méthodes sont possibles ou encore car une seule solution peut utiliser plusieurs méthodes, leur paraît intéressant et constructif. D'autre part dans cette séance, de nombreux étudiants n'avancent pas de manière linéaire mais font beaucoup de retours en arrière. On peut penser que la réflexion sur la méthode les engage à une réflexion plus approfondie et leur donne un premier catalogue de méthodes disponibles. Cette idée sera reprise en production.

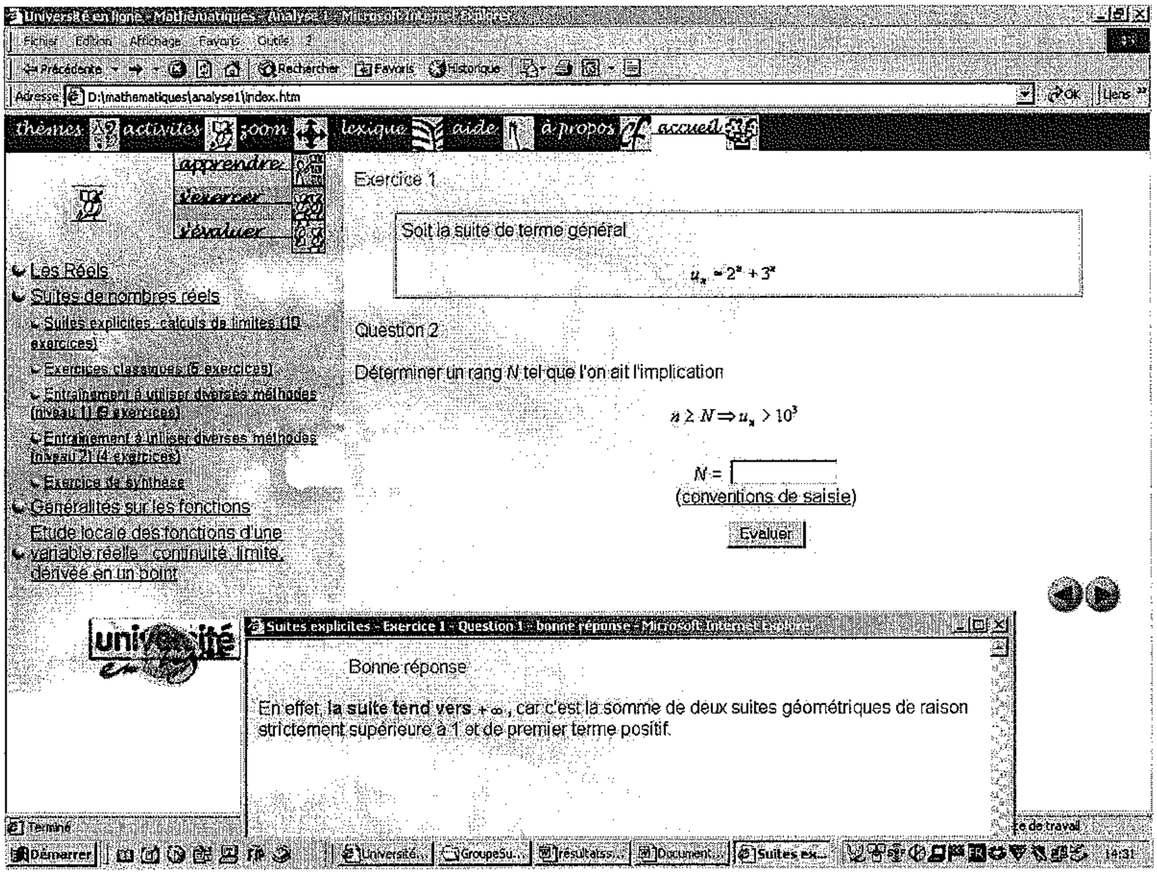
**b) Exercice sur la représentation d'une notion**

Nous donnons quatre exemples : un exercice portant sur la notion de limite d'une suite, un exercice portant sur la notion de limite d'une fonction, un exercice portant sur la notion de borne supérieure et enfin, un exercice portant sur les développements limités. Les deux premiers exercices s'appuient sur des connaissances anciennes mais dans ce qu'on y attend des étudiants, ils portent sur des connaissances nouvelles. Par contre, les notions de borne supérieure et de développements limités, dans les deux derniers exemples, sont totalement nouvelles pour les étudiants.

*Exemple dans la séance S2 : la notion de limite d'une suite*

**Un énoncé et son analyse :**

Nous reprenons l'exemple du paragraphe 2 mais par sa deuxième question




Même si les étudiants ont rencontré la notion de limite d'une suite, cette question n'est pas de niveau terminale. Il n'y a pas de coup de pouce. Dans sa formulation, la question utilise une implication et deux variables. Son but est de mettre en oeuvre sur un exemple précis l'écriture symbolique du fait qu'une suite tend vers $+\infty$ afin que les étudiants se représentent correctement le sens de cette écriture. Pour le résoudre, l'étudiant doit en outre faire une démarche par condition suffisante, ce qui n'est pas non plus simple pour lui :

$$u_n > 10^3 \Leftrightarrow 2^n + 3^n > 10^3$$

ce qui sera par exemple réalisé dès que $3^n > 10^3$, c'est-à-dire $n > 3\ln 10/\ln 3$.
Cette démarche demande de la réflexion et met en jeu des adaptations de connaissances nouvelles.

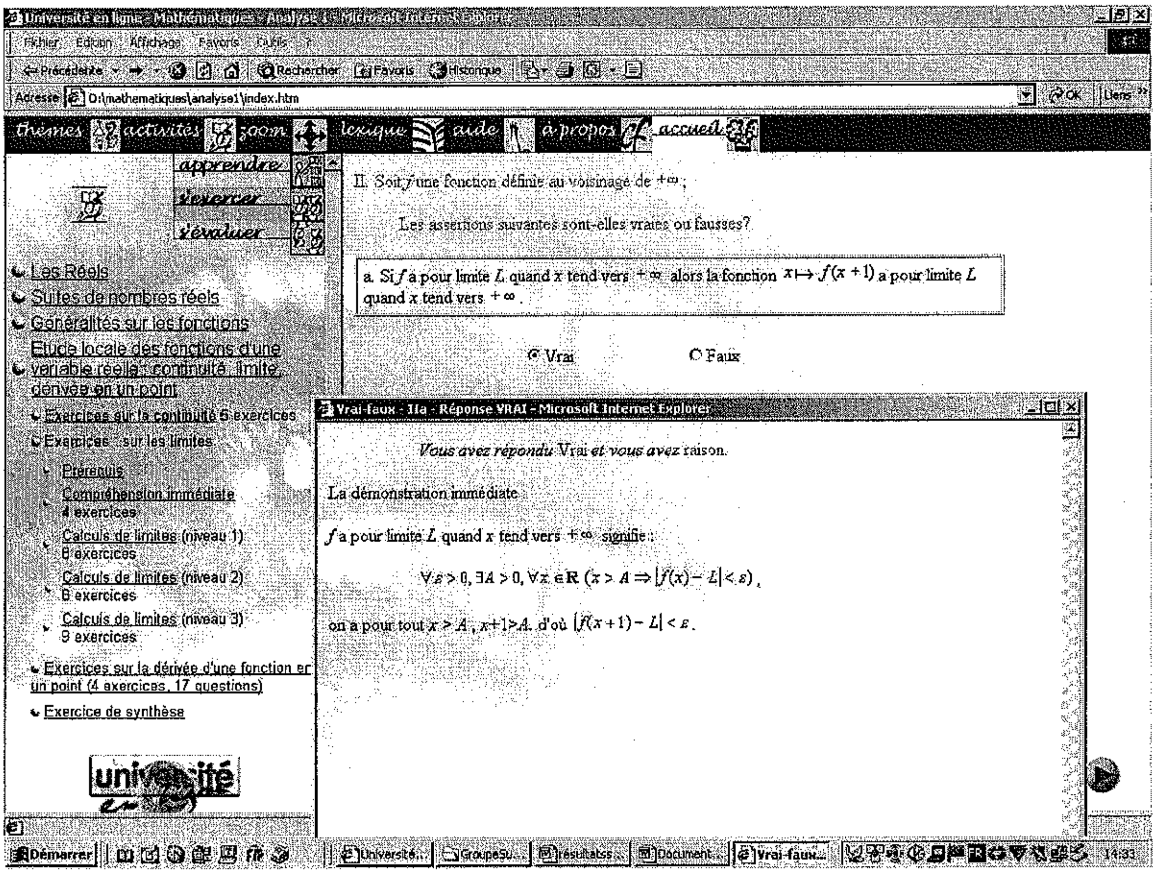
**Observation des étudiants pendant la séance :**

Les étudiants sont surpris car la tâche est inhabituelle. Ils ne la résolvent pas comme nous l'avons expliqué dans l'analyse de la tâche, mais par essai et erreur, en essayant différentes valeurs de *N*. Faire le raisonnement proposé dans l'analyse de tâche est un implicite de l'énoncé. Mais, très vite, les exercices étant sur le fond les mêmes, les étudiants proposent une très grande valeur de *N* pour être sûr d'obtenir « Bonne réponse » et ils ne lisent pas à fond le corrigé. Dans cette séance, il y a finalement un conflit entre étudiants et enseignants : les étudiants sont partagés entre l'ordinateur qui leur dit « bonne réponse » à chaque fois et les enseignants qui veulent les faire travailler pour trouver de façon calculatoire le rang *N*. Elle se termine donc sur une impression de malaise qui fait s'interroger l'enseignant : que souhaite-on ici des étudiants ? Seulement peut-être qu'ils prennent conscience de l'existence d'un rang *N* à partir duquel on est sûr que $u_n > 10^3$ auquel cas cet objectif a certainement été atteint.

*Exemple dans la séance S4 : la notion de limite d'une fonction*

**Un énoncé et son analyse**

C'est un questionnaire Vrai/Faux (il y a en tout 3 questions) faisant réfléchir à la notion de limite d'une fonction. Il n'y a pas de coup de pouce.




Même si la notion de limite d'une fonction est à nouveau une connaissance ancienne, la tâche proposée ici est nouvelle et très difficile pour les étudiants. Elle n'est par exemple pas isolée puisque les étudiants doivent comprendre qu'il y a en fait deux fonctions dans cet exercice : la fonction $f$ explicite et la fonction $g$ définie par $g(x)=f(x+1)$. A partir de là, il leur faut montrer que si $f$ tend vers $L$ alors $g$ également. Ils peuvent alors passer dans le cadre graphique et dessiner le graphe de $g$ à partir de celui de $f$, ce qui suffit à se convaincre que la réponse est « Vrai ». Ils peuvent aussi rester dans le cadre formel des quantificateurs, revenir à la définition de la limite de $f$, et voir que $x$ tend vers plus l'infini si et seulement si $y = x+1$ tend vers plus l'infini. Cette piste ne semble pas plus simple mais c'est celle proposée dans la correction d'UeL.

**Observation des étudiants**

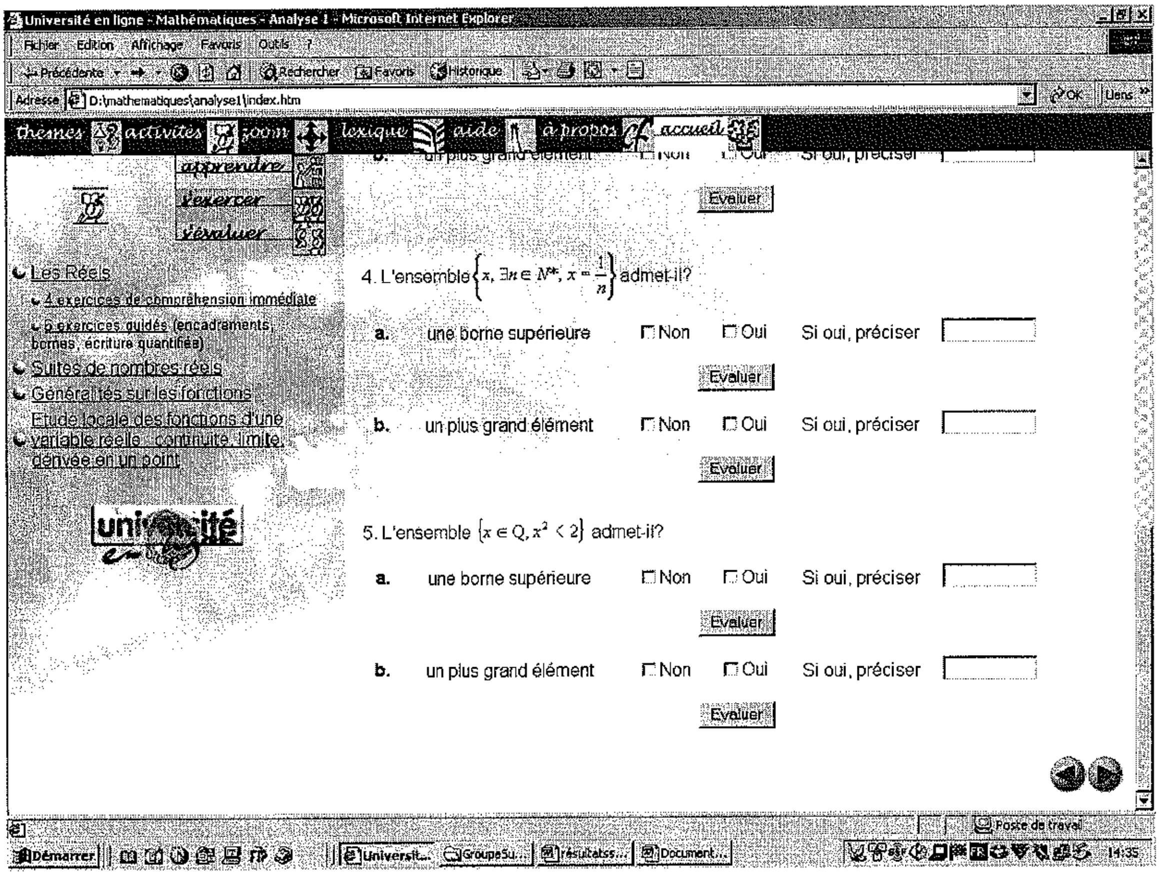
Au mieux, les étudiants qui ont une bonne représentation de la notion de limite, peuvent avoir une idée du résultat mais il leur est difficile, soit d'élaborer une démonstration, soit d'inventer un contre-exemple. Souvent, ils répondent un peu « au hasard » pour s'inventer une seconde tâche : comprendre la correction. Par exemple, quand il y a des contre-exemples proposés par la correction, ils tracent avec leur calculatrice le graphe des fonctions suggérées alors que ce n'est pas explicitement demandé par la machine.

Un étudiant, à propos d'un exercice sur la fonction tangente, demande de l'aide à un enseignant : dans la correction proposée par UeL, il ne comprend pas l'écriture de la négation de la propriété « *f est bornée* », définition donnée dans le cours UeL. Cet étudiant, toujours assidu et sérieux tout au long des séances observées, semble faire réellement un travail pour comprendre et d'assimiler les notions, allant du cours aux exercices et aux corrections. On constate qu'il a pourtant besoin d'une explication orale pour préciser des points précis et délicats.

*Exemple dans la séance S1 : la notion de borne supérieure*

**Un énoncé d'exercice :**

C'est un exercice sur l'existence et la valeur éventuelle de la borne supérieure d'un ensemble, ce qui est cette fois une notion exclusivement nouvelle.




Il y a d'abord une saisie de réponse oui/non puis une saisie de la valeur numérique de la borne supérieure si elle existe. Il n'y a pas de coup de pouce.

**Analyse de la tâche**

Il s'agit d'une tâche non isolée puisque les étudiants doivent comprendre les ensembles proposés puis chercher leur borne supérieure. C'est alors une tâche très difficile pour eux car la notion nouvelle de borne supérieure articule deux inégalités de sens contraire (il faut trouver l'ensemble des majorants puis prendre le plus petit). Il n'y a en outre pas le coup de pouce pour simplifier cette tâche.

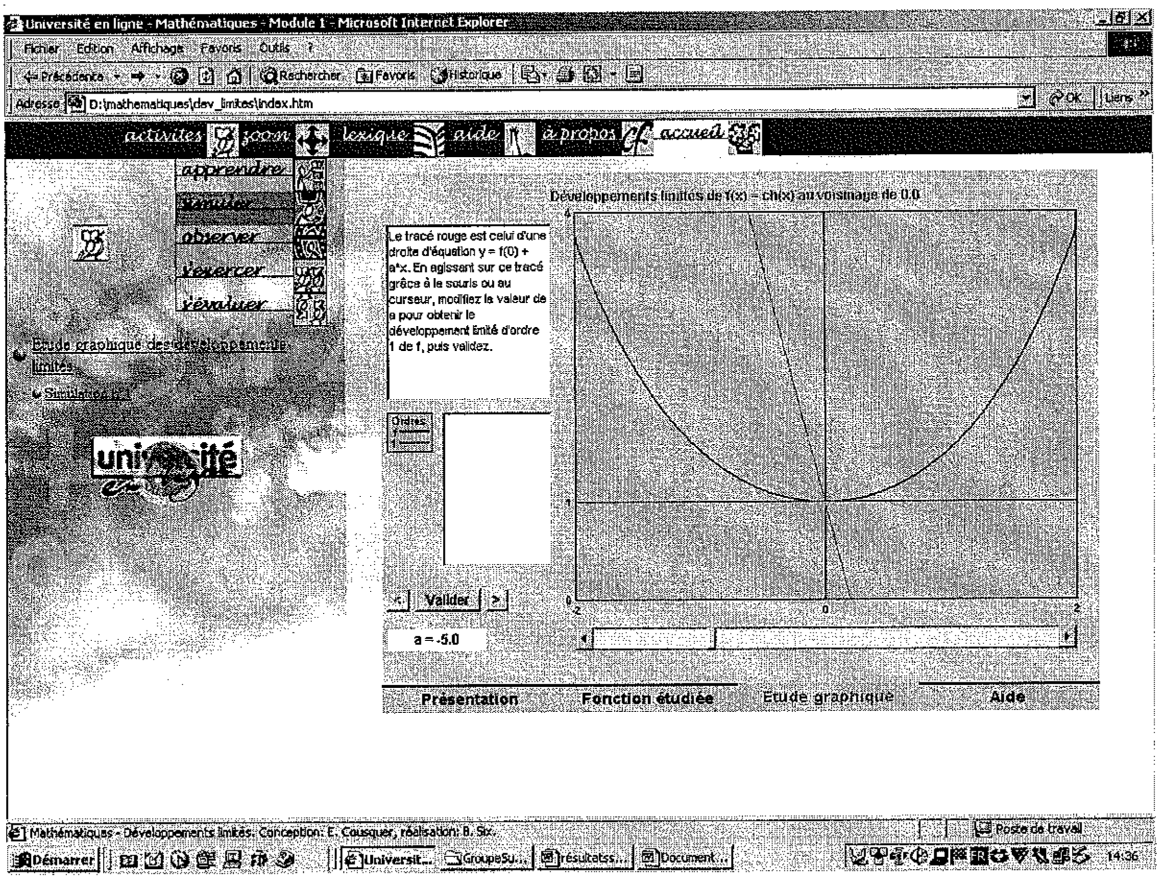
**Observation des étudiants :**

Les étudiants abordent les recherches de bornes supérieures vers la fin de la séance S1 et ils n'ont pas de « clé » pour attaquer le sujet. De plus, les corrections sont juste des indications de bonne réponse et ne donnent pas du tout de démarches pour résoudre la question. Les étudiants ont donc l'impression de devinettes.

*Exemple dans la séance S7 : la notion de développement limité d'une fonction*

**Un énoncé d'exercice**

Il s'agit d'un Tp d'étude graphique de fonctions et de développements limités. Les étudiants peuvent choisir des fonctions prédéfinies dans le Tp. Leur graphe est alors tracé et les étudiants doivent trouver graphiquement les développements limités de la fonction à des ordres demandés en approchant par un système de curseur mobile, le graphe de la fonction par des courbes polynomiales de degrés croissants.




Lorsque l'étudiant valide, le logiciel compare la valeur proposée avec la bonne valeur. Si elles sont proches (<0,01), l'ordinateur accepte la réponse (et reprécise le cas échéant la valeur exacte) et il vient une courbe de degré 2 $y=f(0)+f'(0)x+bx^2$ avec la bonne valeur de $f'(0)$. Le même type de question est alors posé. L'expression du développement limité n'est malheureusement pas rappelée en entier au fur et à mesure de son élaboration.

**Analyse de la tâche**

Le cadre de cet exercice est totalement graphique contrairement à tous les précédents exercices. Il s'agit d'un Tp de simulation pour faire prendre sens à la notion de développement limité. Il faut approcher la courbe de la fonction proposée par des courbes polynomiales de degré 1, 2, ... jusqu'à l'ordre de développement limité demandé. Approcher signifie qu'il faut faire tangenter la courbe polynomiale avec la fonction en zéro car on cherche un développement limité en zéro (il n'y a en particulier pas d'adaptations particulières à ce niveau là). Cela implique que l'étudiant sache déjà, par exemple, que le développement limité en zéro d'ordre 1 représente l'équation de la tangente à la courbe en zéro. Si l'étudiant n'a pas compris cela, la tâche technique de faire pivoter la droite rouge n'a plus aucun sens. Autrement dit, il semble qu'il faille avoir compris ce qu'est un développement limité pour retrouver le DL d'une fonction de la façon proposée. Les étudiants doivent aussi s'apercevoir que les approximations ne sont bonnes qu'à proximité du point et que cette notion de proximité dépend de l'échelle des fenêtres utilisées.

**Observation des étudiants**

Pour la première partie du Td pendant laquelle les étudiants doivent faire la simulation, les étudiants observés n'utilisent pas de brouillon, réfléchissent à la façon de manipuler le simulateur et font du zapping de manière désordonnée. Ils n'ont pas l'air de comprendre la tâche proposée. Il faut attendre que le professeur passe auprès d'eux, leur explique l'objectif de la simulation, le maniement du simulateur et la signification des résultats pour que les étudiants comprennent la tâche demandée et poursuivent leur activité de façon réfléchie. Certains d'entre eux utilisent alors un brouillon pour tenter de prévoir les résultats. Ils parviennent à obtenir de bons résultats sur les développements limités d'ordre 1 et 2.

## 3.4 Conclusions

Dans cette conclusion, nous essayons d'affiner la catégorisation a priori qui nous a permis de présenter les résultats de ces observations. Nous concluons tout d'abord sur les exercices de travail de la technique mathématique, qu'elle porte sur des connaissances anciennes ou/et nouvelles et sur les exercices de révision, qui portent sur des connaissances exclusivement anciennes, qui ne relèvent peut-être pas exclusivement d'un travail technique, mais dont la correction est simple en un sens à préciser. Nous regroupons ensemble, car les conclusions sont spécifiques, les exercices qui portent sur des constructions de connaissances nouvelles et/ou dont les corrections peuvent présenter des difficultés de compréhension pour les étudiants.

### a) Des exercices pour lesquels l'ordinateur peut apporter un plus du point de vue du travail des étudiants

Il s'agit des exercices techniques ou/et de travail systématique rencontrés par exemple dans la séance S1 (la palette pour l'écriture symbolique, les encadrements), dans la séance S5 (les QCM ), dans la séance S6 (la vérification systématique des hypothèses d'un théorème) et dans une moindre mesure dans la séance S4 (écriture en langage formalisé). On peut aussi rajouter des exercices de révisions (tel celui sur les suites en séance S2).

**Des exercices plus attrayants, grâce à l'ordinateur**

De part leur aspect technique, voire rébarbatif, les premiers de ces exercices ne seraient peut-être pas organisés par les enseignants en séance traditionnelle et renvoyés implicitement à un travail personnel des étudiants. Pourtant, les étudiants semblent travailler sérieusement en séance machine. Les exercices suscitent une bonne (re)lecture du cours et les étudiants ne la feraient peut-être pas si profondément seuls chez eux. Dans la séance S6, l'ordinateur permet par exemple une illustration graphique de l'application du théorème de Rolle aux fonctions étudiées, ce qui permet de dépasser la portée initiale de l'exercice. L'existence des coup de pouce dans ce type d'exercice favorise également cet aspect attrayant grâce à une interactivité limitée mais existante : l'étudiant peut décider de rechercher l'exercice sans coup de pouce ou ne l'activer qu'après un certain temps, même si nous avons vu dans la partie 2 que l'activation du coup de pouce est toujours assez rapide chez la majorité des étudiants.

Ce caractère attrayant peut être renforcé dans ce type d'exercices par l'aspect aléatoire qu'il est possible d'y introduire. Par exemple, sur les encadrements, les étudiants, travaillent non seulement correctement en séance machine, en consultant leur cours, mais ont envie de continuer à faire des exercices chez eux[1].

**Des étudiants qui peuvent travailler à leur rythme sans obstacles majeurs**

Ce qui caractérise ces exercices nous semble être principalement le fait qu'ils ne donnent pas lieu à des dérives majeures. C'est-à-dire que les étudiants peuvent a priori être laissés livrés à eux mêmes pendant la séance.

Pour certains de ces exercices, leur nature essentiellement technique permet que leur correction soit claire, immédiate et sans possibilité de discussion. Il s'agit par exemple d'une écriture symbolique, du résultat d'un calcul, d'une réponse Vrai/Faux, Oui/Non avec preuve objective à l'appui : l'invocation directe d'un point du cours, l'énoncé d'un théorème, le calcul... Par exemple, dans la séance S6 sur les vérifications des hypothèses du théorème de Rolle, quand bien même il s'agit d'un théorème nouveau pour les étudiants, il n'est pas apparu de grosses difficultés de compréhension des solutions (Dans la séance S4, le travail nouveau sur les écritures symboliques laisse pourtant entrevoir des premières dérives possibles).

Pour l'exercice de révision de la séance S2, les connaissances mobilisées sont uniquement anciennes (connaissances de terminale). Ceci semble ici justifier que la correction soit aussi facilement accessible et ne pose pas de problèmes majeurs aux étudiants sérieux, qu'ils la lisent et la comprennent apparemment bien.

Ces exercices semblent donc globalement permettre une gestion de la séance pendant laquelle les étudiants travaillent seuls et l'enseignant se restreint à passer d'un étudiant à l'autre, gérant les problèmes individuels. Les étudiants, profitant à chaque instant de correction ne leur posant en principe pas de problèmes de compréhension, peuvent travailler à leur rythme.

---

[1] On pourra consulter http://www.math.jussieu.fr/~jarraud/mathenligne/liens.htm pour un accès à une documentation sur Wims.

Globalement, il semble que la progression en séance traditionnelle sur le même type d'exercice serait plus lente. Cependant, les étudiants « touristes » peuvent tout autant qu'en séance traditionnelle ne pas travailler et « zapper » sur les questions.

**Un apprentissage des connaissances nouvelles par le quantitatif**

Ces exercices peuvent a priori aussi bien porter sur des connaissances anciennes (révisions sur les suites, les encadrements), que sur des connaissances nouvelles ou des mélanges (écriture de phrases quantifiées, apprentissage de nouveaux théorèmes...). Pour l'apprentissage des connaissances nouvelles, le travail individuel, parfois répétitif, à leur rythme, de chacun des étudiants favorise sans doute un certain apprentissage (de techniques de base) par la quantité d'exercices effectués. Si l'on fait l'hypothèse qu'une masse critique d'exercices ou d'exemples d'applications est nécessaire pour qu'il y ait apprentissage d'un théorème, appropriation d'une méthode technique, constitution d'un stock d'exemples, cette masse est certainement plus facilement atteinte dans un tel dispositif d'enseignement. Toutefois, nous avons rappelé l'importance pour la construction des connaissances nouvelles de dépasser les simples applications techniques des théorèmes, des définitions, des formules. On peut donc se demander dans quelle mesure les étudiants, même s'ils travaillent davantage, apprennent effectivement davantage.

**b) Des exercices pour lesquels l'usage de l'ordinateur nécessite fortement des précautions**

Il s'agit cette fois des exercices où peuvent être utilisées des connaissances nouvelles, dans des tâches non uniquement techniques, qui peuvent nécessiter des adaptations de ces connaissances. Par exemple, l'exercice sur les suites nécessite des choix de méthodes, plusieurs majorations à partir de certains rangs... ; les exercices sur les représentations de notions de limites de suites, de limites de fonctions, de bornes supérieures ou de développements limités proposent des tâches non simples et/ou non isolées sur des connaissances essentiellement nouvelles.

**Des détournements possibles**

L'observation la plus fréquente est que ces exercices sont trop difficiles pour que les étudiants les abordent seuls sur leur machine. Par exemple, les exercices sur la borne supérieure (séance S1) ne les ont pas moins déroutés en séance machine qu'ils ne l'auraient fait en séance classique.

Au mieux dans ce genre d'exercice, les étudiants ont une idée du résultat mais ils ne peuvent pas rédiger les démonstrations qui leur sont demandées (exemple dans la séance S4, la notion de limite d'une fonction). On assiste à un détournement des exercices : dans l'exercice sur la notion de limite d'une suite, les étudiants procèdent par essais-erreurs et donnent finalement des grandes valeurs de $N$ au lieu de donner des rangs $N$ calculés, ce qui crée un conflit avec les enseignants. Dans l'exercice sur la borne supérieure, l'exercice devient un jeu de devinettes. Au mieux, les étudiants qui sautent ainsi la partie recherche des exercices, s'inventent une seconde tâche : comprendre les corrections proposées par UeL. Au pire, les étudiants qui n'ont pas cherché les exercices, survolent les corrections qu'ils ne comprennent pas plus que les énoncés, ce qui est, là encore, une forme de détournement des exercices, qu'il est difficile de gérer.

**Des difficultés pour comprendre la correction**

La difficulté pour les étudiants est transportée. Non seulement ils n'arrivent pas à faire les exercices eux mêmes comme nous venons de le signaler, mais ils n'arrivent pas facilement à comprendre la correction proposée par UeL (d'où vient le 16 dans l'exercice sur les suites par exemple). Cette difficulté, qui existe certainement en séance traditionnelle, est ici mise en évidence plus clairement. Dans la séance S4, pour la moitié des exercices proposés, la tâche a directement consisté à comprendre la correction. Cette tâche leur a posé des difficultés mais certains d'entre eux y sont tout de même parvenus.

Dans un Td classique, il est également fréquent que la tâche de l'étudiant soit de noter et d'essayer de comprendre la solution proposée au tableau. La différence réside dans le fait qu'en Td classique, la solution est donnée par écrit et oralement, exposée par l'enseignant. Ici, elle est sous la seule forme écrite sur l'écran, ce qui pose la question de savoir quelle est la meilleure façon de transmettre un message difficile à comprendre. L'avantage indéniable en séance machine, est que l'étudiant, qui est maître de son rythme de travail, peut bénéficier d'une aide individuelle pour comprendre cette correction, c'est-à-dire que ce peut être le début d'une nouvelle phase de travail. En Td classique, on agit comme si tous les étudiants avaient compris dès lors qu'à été produite une correction collective.

**Des questionnements suscités par ces tâches difficiles**

Il apparaît cependant que cette tâche de compréhension de l'exercice et/ou de sa correction engendre parfois une attention particulière de la part des étudiants et fait germer de nombreuses questions, rendant la présence du professeur indispensable. C'est par exemple vrai dans l'exercice sur les suites à la séance S3 et dans la séance S7 sur les développements limités. Les étudiants, comme interpellés par des exercices qu'ils ne comprennent pas mais qui les attirent (par l'aspect méthodologique à la séance S3, ou par le jeu de simulation à la séance S7) communiquent beaucoup entre eux et questionnent beaucoup l'enseignant. (on peut aller jusqu'à se demander s'il n'est pas souhaitable d'accompagner volontairement des exercices de solutions succinctes pour susciter cette communication).

**Un cheminement non linéaire permis par cette organisation des TD machine**

Dans tous ces exercices difficiles, les étudiants, même s'ils ne comprennent pas toujours (ou du moins pas complètement) ce qu'il leur est demandé ou les corrections proposées, avancent, quoi qu'il arrive, à leur rythme. Ce peut-être très lentement pour les étudiants qui s'acharnent à faire ou comprendre chacun des exercices ou très rapidement pour ceux qui survolent les exercices et les corrections qu'ils jugent trop difficiles. Toutefois, il apparaît souvent que leur cheminement dans ces séances d'exercice n'est pas linéaire. Beaucoup d'étudiants font des allers et retours en arrière, surtout dans la séance S3 sur les suites, où semblent travaillées avec succès les méthodes pour montrer la convergence. On peut penser que cette organisation des séances machines favorise l'organisation des connaissances chez les étudiants par la construction instantanée de liens. Ceci est moins facile dans un Td classique pendant lequel le cheminement du groupe est linéaire. Autrement dit, si en Td classique, l'étudiant décide de prendre du temps pour un retour en arrière, l'avancée du groupe s'opère tout de même mais sans lui et l'étudiant se retrouve ensuite en retard.

**Des idées pour l'enseignement**

Pour ces exercices difficiles, l'usage de la machine peut présenter un intérêt (toujours par la gestion individuelle de l'enseignant mais aussi par la communication suscitée et les allers-retours des étudiants) mais nécessite toutefois des précautions dues aux détournements des exercices (étude de la correction sans recherche de l'exercice) ou des survols possibles des corrections. La première idée est donc de ne pas laisser les étudiants faire seuls chez eux de tels exercices, à moins que ne soit développé un système de tutorat qui fonctionne véritablement. La seconde est de favoriser l'entrée dans ces exercices par des moments collectifs précédant la séance machine ou en début de séance machine, c'est-à-dire avant l'entrée des étudiants dans leur lieu de travail (sur la borne supérieure ou sur les développements limités, une réflexion collective pour une première approche aurait certainement été bénéfique). Enfin, la troisième idée serait de favoriser une lecture plus attentive des corrigés proposés. Pour ce point, en enseignement, l'idée est de faire s'évaluer les étudiants, ce qui est repris dans la conclusion générale avec d'autres idées.

# 4 Conclusion générale

Nous montrons maintenant comment nous nous sommes appuyés sur les résultats obtenus pour adapter les dispositifs de formation, de production et de recherche.

## 4 1. Intégration des résultats au dispositif de formation : le Deug Spad 2002-2003

Nous proposons aux étudiants un dispositif Spad sur l'année entière, les enquêtes ont prouvé qu'ils y tenaient et la réussite globale de l'expérimentation nous a permis de convaincre des collègues de travailler sous cette forme.

### a) Organisation d'une séance machine : la feuille de route

Les séances machines, qui sont cette année plus courte (1h30 au lieu de 2h), sont organisées autour d'une « feuille de route ». Cette feuille règle le déroulement de la séance. L'enseignant ne donne plus aucune consigne collective et quand les étudiants arrivent en séance, ils prennent la feuille de route et s'installent à leur ordinateur. La plupart du temps, la dynamique d'une séance est organisée de la manière suivante : en début de séance, il y a des exercices techniques ou des exercices de révision puis éventuellement des exercices de construction de connaissances. La feuille de route se termine toujours par un exercice à rédiger sur feuille. Cet exercice peut être une adaptation d'un exercice venant d'être effectué sur machine ou même une question relative aux exercices traités. L'enseignant ramasse et corrige la feuille. Ce travail final écrit et corrigé, donne un enjeu à la séance, permet de faire travailler la rédaction de solution et de revenir sur une correction trop rapide dans le Cd. En outre, c'est un moyen d'articuler les supports écrits et l'ordinateur, tout en permettant des traces de chacune des séances. Voici un exemple de cette feuille de route :

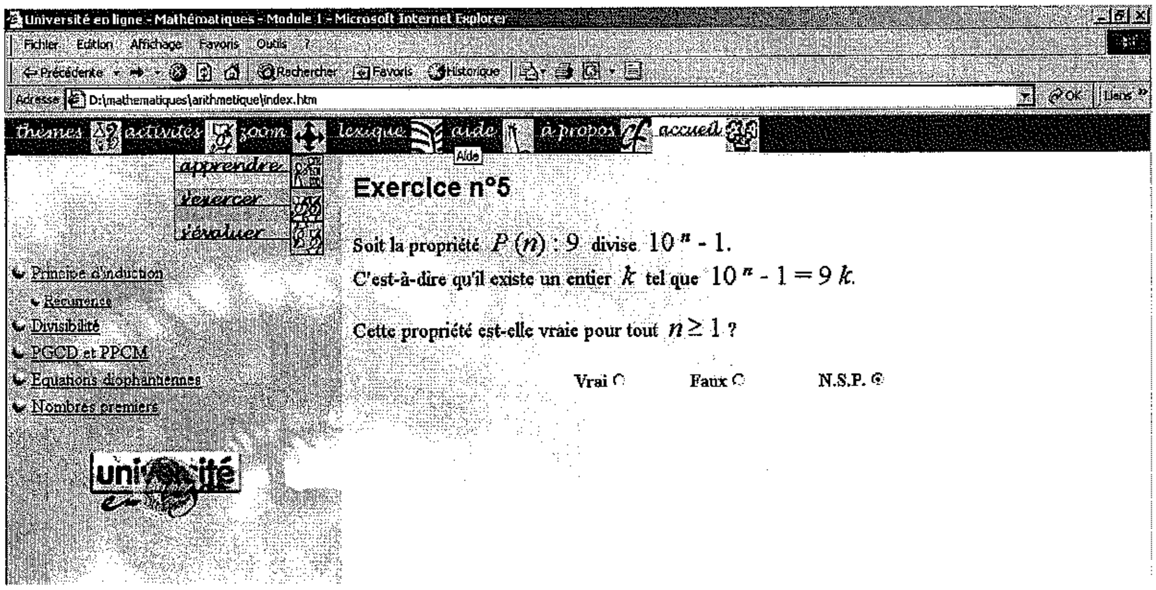
**TP 2 Récurrence**

**Nom :** **Prénom :** **Groupe de Td :**

**Récurrence :** UeL/arithmétique/ s'exercer/Principe d'induction/Récurrence

**Etape 1 :** Rappeler le principe du raisonnement par récurrence

**Etape 2** : Dans le CD, Chapitre Arithmétique, partie s'exercer : arithmétique/ s'exercer /Principe d'induction/Récurrence, faire les exercices 1 à 5




**Etape 3** : Résoudre l'exercice suivant

Montrer que 10 divise $2^{2^n} - 6$ pour tout entier n supérieur ou égal à 2.

Indication : On pourra poser : $a_n = 2^{2^n}$

**b) La valorisation des tests d'auto-évaluation**

Les exercices de la partie « s'évaluer » dans lesquels les étudiants doivent s'attribuer une note sont plus souvent demandés aux étudiants. Ils permettent non seulement aux étudiants d'avoir une estimation de leur niveau, ce qui est le but initial, mais ils peuvent favoriser la lecture et la compréhension des corrections de part la nature structurée de celles-ci (on pourra consulter à nouveau l'exemple de la partie 2).

**c) Travail à la maison et utilisation de la plate-forme**

Dans le travail à la maison, les enseignants insistent sur la nécessité de faire une certaine masse d'exercices mais conseillent de faire les exercices techniques, gardant les exercices de construction de connaissances pour les séances machines collectives et les Td classiques.

Cependant, les enseignants n'ont pas la possibilité de vérifier que ce travail technique à la maison est effectivement fait. Ils aimeraient avoir une plate-forme d'enseignement plus performante, permettant d'effectuer des tests en ligne. Espérant par ailleurs mieux satisfaire les étudiants sur le fonctionnement de la plate-forme, ils aimeraient aussi annoncer avant les séances, par son intermédiaire, sur quoi porte la séance machine, quelle est la feuille de route proposée, ce qu'il faut savoir pour aborder au mieux la séance et ce qu'il faut savoir en sortant.

**d) Séances collectives classiques : un bel avenir devant elles**

Nous avons vu que les exercices qui portent sur des constructions de connaissances ne peuvent que prudemment être demandés aux étudiants en séance machine, encore moins chez eux. Ils peuvent nécessiter des moments de travail collectif, moments qui sont difficiles à mettre en place pendant les séances machines. Les séances de Td classiques restent donc le lieu privilégié pour ces exercices avec possibilité de moments pour l'institutionnalisation des connaissances. Elles sont donc indispensables et nos résultats donnent des éléments pour choisir leurs contenus et peut-être les rendre plus efficaces. Notons que nous n'avons pas étudié l'articulation entre le cours classique et l'utilisation du cours de l'UeL.

## 4.2 Application de nos résultats à la production de ressources

Le travail aboutit sur trois directions dans lesquelles œuvrer particulièrement en production : une direction concerne le soin particulier qui doit être apporté en ce qui concerne l'élaboration des corrections d'exercices, une seconde direction concerne la production des exercices faisant travailler les méthodes, une troisièmes direction concerne le soin qui doit être apporté en ce qui concerne les coups de pouce. Enfin, une quatrième direction concerne la création d'exercices interactifs qui gardent un caractère attrayant, comme par exemple les exercices aléatoires, tout en dépassant le stade des exercices techniques d'applications simples et isolées de connaissances.

**a) Un travail sur les corrections d'exercices**

Nous avons pris conscience du fait que les exercices qui mettent en œuvre des tâches non uniquement techniques, qui font appel à des adaptations de connaissances (en particulier des connaissances nouvelles) entraînent des difficultés chez les étudiants, non seulement au niveau de la résolution des exercices, mais aussi au niveau de la compréhension de la correction proposée. D'ailleurs, cette compréhension est souvent transformée par les étudiants eux-mêmes en une véritable deuxième tâche et est parfois source d'activités inattendues dans la classe : questionnements avec les camarades, avec l'enseignant...

Actuellement, ces corrections sont principalement du type corrections rédigées, comme dans un livre. Le multimédia n'est en fait pas exploité dans ces exercices. On ne sait en effet pas analyser par l'informatique, par exemple, des rédactions de démonstrations. Les étudiants doivent souvent comparer leur (éventuelle) solution avec la correction rédigée proposée. Un soin particulier doit donc être apporté à l'élaboration des corrections pour tous ces exercices qui ne sont pas simplement des exercices techniques ou des exercices de révision. Il faut peut-être encadrer l'activité qu'elles suscitent chez les étudiants, en ne livrant pas d'un coup ces corrections mais en livrant des étapes et en renvoyant autant que c'est possible l'étudiant à une activité. Voici un exemple (exercice 17 sur le module « groupe », non encore médiatisé)

*Soit G un groupe cyclique d'ordre $n$, noté multiplicativement. On note $a$ un générateur de G et $e$ l'élément neutre. Montrer que G est isomorphe à **Z/nZ**.*

**Solution**

Le groupe **Z/nZ** est le groupe des éléments $\overline{m}$ $(0 \leq m \leq n-1)$ où $\overline{m}$ désigne la classe de l'entier $m$ modulo $n$. C'est un groupe cyclique engendré par exemple par l'élément $\bar{1}$.
Notons $\Phi$ l'application de $G$ dans **Z/nZ** définie par $\Phi(e) = \bar{0}$, $\Phi(a) = \bar{1}$ et pour tout $2 \leq i \leq n-1$, $\Phi(a^i) = \bar{i}$. Alors $\Phi$ est un morphisme de groupe. Vérifiez-le.

**Sous-correction (étape 1)**

Il suffit de montrer que pour tout $x, y \in G$, $\Phi(xy) = \Phi(x) + \Phi(y)$.
Soient $x, y \in G$, il existe $0 \leq i, j \leq n-1$ tels que $x = a^i$ et $y = a^j$. Alors $xy = a^i a^j = a^{i+j}$, donc $\Phi(xy) = \overline{i+j} = \bar{i} + \bar{j} = \Phi(x) + \Phi(y)$.
L'application $\Phi$ est en fait un isomorphisme. Vérifiez-le.

**Sous correction (étape 2)**

Puisque le cardinal de $G$ est égal au cardinal de **Z/nZ**, pour montrer la bijectivité de $\Phi$, il suffit de montrer que $\Phi$ est injectif ou que $\Phi$ est surjectif. Montrons que $\Phi$ est surjectif.
Soit $\overline{m} \in Z/nZ$ $(0 \leq m \leq n-1)$, l'élément $a^m \in G$ vérifie $\Phi(a^m) = \overline{m}$ donc c'est un antécédent de $\overline{m}$. D'où le résultat.

**b) Un développement des exercices dans lesquels sont travaillés des choix de méthodes**

Dans la partie 3, nous avons également vu que les exercices dans lesquels sont travaillés des choix de méthodes, même s'il restent difficiles pour les étudiants, semblent attrayants pour eux. En d'autres termes, ces exercices semblent permettre, de façon a priori bénéfique, une certaine activité mathématique des étudiants, sur des tâches non strictement simples, isolées ou les deux. Nous reprenons cette idée dans les modules actuellement en construction, par exemple dans le module « séries numériques ». Pour une série d'exercices dans lequel sont étudiées des séries, l'étudiant, pour chacune des séries, avant de se prononcer sur la convergence ou non, doit répondre à une suite de questions adaptées à la série étudiée, et dont les trois premières sont systématiquement :

A) Est, ce que le terme général de la série tend vers 0 ?
B) La série est-elle une série de référence ?
C) Le terme général de la série est-il de signe constant ?

Nous pensons donc que cela permet aux étudiants d'engager une activité mathématique sur des exercices pour lesquels ils n'en auraient peut-être aucune sans ce système de questions.

Dans l'exemple suivant, non encore médiatisé, et qui concerne l'étude de la série de terme général $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$, il y a deux questions supplémentaires, D) et E), que l'on comprendra à travers le corrigé interactif ci-dessous :

**A)**

**Vous avez répondu non.** C'est faux. En effet, $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$ est équivalent lorsque $n$ tend vers l'infini à $n^{-\frac{3}{2}}\ln(n)$ dont la limite est 0 quand $n$ tend vers l'infini (règle de comparaison des polynômes et des logarithmes).

**Vous avez répondu oui.** C'est exact. En effet, $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$ est équivalent lorsque $n$ tend vers l'infini à $n^{-\frac{3}{2}}\ln(n)$ dont la limite est 0 quand $n$ tend vers l'infini (comparaison des fonctions puissances et logarithmes quand $n$ tend vers l'infini).

**B)**

**Vous avez répondu non.** C'est exact. Ce n'est pas une série de référence (on affiche la liste des séries de références).

**Vous avez répondu oui.** C'est faux. Ce n'est pas une série de référence (on affiche la liste des séries de références).

**C)**

**Vous avez répondu non.** C'est faux. Puisque $n \geq 1$, les termes en présence sont toujours positifs donc la série est à termes toujours positifs.

**Vous avez répondu oui.** C'est exact. Puisque $n \geq 1$, les termes en présence sont toujours positifs donc la série est à termes toujours positifs.

**D)**

**Vous avez répondu « par majoration ou minoration du terme général ».** On peut effectivement majorer judicieusement $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$ à partir d'un certain rang $n$ par le terme général d'une série de Riemann convergente. Comment ?

***Evaluer :*** Il suffit de remarquer que $\lim_{n\to\infty} n^{\alpha}\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}} = 0$ si $\alpha < \frac{3}{2}$. En particulier, à partir d'un certain rang $n$, on a $\left| n^{\alpha}\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}} \right| < 1$, soit $\left| \frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}} \right| < \frac{1}{n^{\alpha}}$. Si on choisit $1 < \alpha < \frac{3}{2}$, on majore ainsi à partir d'un certain rang $n$ le terme général de la série par le terme général d'une série de Riemann convergente.

**Vous avez répondu « par recherche d'un équivalent parmi les séries de référence ».** c'est faux car on ne peut pas trouver d'équivalent de $\ln(n)$ quand $n$ tend vers l'infini.

**Vous avez répondu « par utilisation des règles de d'Alembert et de Cauchy ».** C'est faux car l'utilisation de ces règles ne permet pas de conclure.

E)
**Vous avez répondu convergente.** C'est exact d'après la majoration possible à partir d'un certain rang de $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$ par $\frac{1}{n^{\alpha}}$ avec $1<\alpha<\frac{3}{2}$ ( $\alpha=\frac{5}{4}$ par exemple).
**Vous avez répondu divergente.** C'est faux. En effet, on a vu qu'il est possible de majorer à partir d'un certain rang $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$ par $\frac{1}{n^{\alpha}}$ avec $1<\alpha<\frac{3}{2}$ ( $\alpha=\frac{5}{4}$ par exemple). Puisque la série de Riemann de terme général $\frac{1}{n^{\alpha}}$ avec $1<\alpha$ est convergente, la série de terme général $\frac{1+\ln(n)}{n\sqrt{n}}$ est convergente.

**c) Un travail sur les coups de pouce**

Nous avons également pris conscience de l'importance que revêtait la nature des coups de pouce dans la modification des tâches proposées aux étudiants. Parmi les coups de pouce les plus fréquents dans l'UeL actuelle, se trouvent les indications directes de méthode ou plus généralement les aides qui simplifient les exercices proposés. Ceci est d'autant plus préjudiciable que la majorité des étudiants semblent consulter les coups de pouce systématiquement, même si cette aide ne s'avère pas nécessaire à leur bonne activité. Les coups de pouce qui sont des aides indirectes, proposant un changement de cadre par rapport à la tâche proposée, permettant une situation de la tâche parmi des connaissances anciennes plus disponibles chez l'étudiant ... ne sont pas présents, sauf pour le changement de cadre classique lié aux fonctions : analytique / géométrique. Voici un exemple (non encore médiatisé) pour lequel le coup de pouce est une indication indirecte, hors du cadre des séries numériques :

On considère deux séries $\sum u_n$ et $\sum v_n$ convergentes à termes positifs.

Étudier les séries de terme général $w_n = \sqrt{u_n v_n}$ et $t_n = \frac{1}{n}\sqrt{u_n}$

**Coup de pouce :**

La moyenne géométrique de deux réels positifs est inférieure (ou égale) à leur moyenne arithmétique

**Solution :**

On a, pour tout entier $n$, $\left(\sqrt{u_n} - \sqrt{v_n}\right)^2 = u_n + v_n - 2\sqrt{u_n v_n} \geq 0$ d'où $2\sqrt{u_n v_n} \leq u_n + v_n$, l'application du théorème de comparaison donne la convergence de la série de terme général $\sqrt{u_n v_n}$.

En prenant $v_n = \frac{1}{n^2} (n \geq 1)$, et en appliquant le résultat précédent on obtient la convergence de la série $\frac{\sqrt{u_n}}{n}$.

Les coups de pouce pourraient également exister après les corrections d'exercices et être des commentaires méta-mathématiques sur l'exercice que viennent de terminer les étudiants. Ils pourraient favoriser l'organisation des connaissances en situant les exercices par rapports à d'autres, plus anciens.

#### d) Un développement des exercices aléatoires en dépassant le « simple et isolé »

Ceci semble actuellement être le plus problématique. La possibilité de faire intervenir des exercices sans cesse renouvelés par le jeu des variables aléatoires est une force indéniable de l'outil informatique. Ces exercices nous ont en outre paru intéressants du point de vue de l'activité qu'ils suscitent chez les étudiants. Nous avons parallèlement vu que les tâches proposées dans ces exercices ne sont actuellement que simples, isolées, voire les deux, ce qui n'est pas suffisant pour un véritable apprentissage. Nous n'avons pas encore trouvé d'exemple d'un exercice à variable aléatoire qui ne relève pas d'autre chose que d'une quelconque technique.

### 4.3 Précision sur des questions de recherche

Nous regroupons des questions de recherche autour des deux pôles principaux de la grille d'observation du travail de l'étudiant : l'accompagnement et l'activité.

#### a) L'accompagnement

Nous avons vu que la gamme des aides et accompagnements est riche. Comment la décrire ? En rendre compte ? Un premier point est de choisir l'acteur observé : l'enseignant ou l'étudiant.

*L'enseignant dans les tâches d'accompagnement*

Nous avons observé que les pratiques enseignantes sont modifiées dans les séances machines par rapport aux séances traditionnelles. L'enseignant n'intervient plus collectivement mais gère les situations individuelles. Il nous faut donc observer et décrire précisément les interventions de l'enseignant. Nous comptons travailler sur ce point[1] et comparer les aides fournies par l'enseignant avec la typologie des « coups de pouce ». Notre but est d'organiser les trois renseignements suivants : type de tâche demandée aux étudiants, type d'activité étudiante observée, type d'accompagnement fourni par l'enseignant. Par exemple, concernant les aides de type méta-mathématiques en séance machine, qui ne sont pas beaucoup présentes sur l'ordinateur, qui ne sont pas non plus fournies lors des phases collectives (inexistantes), sont-elles présentes (voire omniprésentes) dans les aides individuelles organisées par l'enseignant ?

Ces résultats pourraient nous permettre de commencer à travailler sur un point nouveau posé par l'intégration des Tice : le rôle des tuteurs en ligne. Cette vaste question de recherche est en chantier, elle touche différents domaines scientifiques, il nous faut d'abord délimiter les questions de didactiques afférentes[2].

*L'étudiant dans ses questionnements*

Nous avons vu que l'étudiant peinait à poser des questions, aussi bien à l'oral que sur le forum. Une interrogation générale est de se demander en quoi les questions facilitent l'apprentissage et ce qui peut favoriser l'émergence de questions de la part des étudiants. Une hypothèse est que les questions émergent lorsque l'étudiant entre dans la zone proximale de développement[3] relativement à cette connaissance. Il faudrait alors, aussi bien en séance collective qu'en tutorat en ligne, trouver des moyens de s'approcher le plus souvent possible de cette zone, variable suivant les étudiants. Peut-être les activités de compréhension de corrigé, que nous voulons justement essayer de soutenir, peuvent-elles faciliter l'émergence de questions.

*L'accompagnement via la plate-forme*

Dans les résultats présentés puis dans les réponses au questionnaire de cette année, il apparaît enfin une nouvelle question sur l'accompagnement du travail de l'étudiant sur le semestre : les étudiants demandent toujours un semainier précis, ils disent aussi que la plate-forme ne répond pas à leur attente. Il faut déterminer quelle est cette attente et si elle est compatible avec ce que l'équipe enseignante souhaite, peut faire, et avec un objectif d'apprentissage. Il est possible que cette question dépasse le cadre de la didactique des mathématiques, nous verrons si nous pouvons obtenir des éléments de réponse.

**b) L'activité des étudiants**

*Des questions liées à l'apprentissage de mathématiques*

La question fondamentale à l'issue de cette observation reste celle de l'activité mathématique des étudiants, celle dont on pense qu'elle conduit à un apprentissage. Les observations ont

---

[1] Un mémoire de DEA de didactique des mathématiques est engagé sur ce sujet.

[2] Certains travaux récents de didactique sur les forum ou le tutorat en ligne pourront nous aider.

[3] Au sens de Vygotski.

montré clairement que certaines situations avec l'outil informatique sont propices à une activité importante des étudiants (les exercices de travail de la technique mathématique, en particulier les exercices où interviennent des variables aléatoires mais aussi les exercices dans lesquels sont travaillées des méthodes ou encore les exercices de simulation - après les aides de l'enseignant). Quelle est qualitativement cette activité en fonction de ces différents types d'exercices ? Les observations ont également mis en évidence des situations qui sont porteuses d'activités nouvelles par rapport aux situations d'enseignement classique : des activités plus visibles liées à des compréhension de correction (dont : questionner les camarades, questionner l'enseignant, ce qui est moins possible en séance traditionnelle) mais aussi des activités que nous qualifions peut-être hâtivement de fausses activités comme celles liées aux zappings, aux essais-erreurs... Même si ces observations ont ouvert des pistes, il convient de les raffiner, c'est-à-dire mieux appréhender les activités étudiantes (les apprentissages potentiels et peut-être même réels) en fonction des tâches proposées à travers les exercices.

*Des questions liées à l'organisation et la disponibilité des connaissances*

Nous avons enfin observé que l'ordinateur et la séance de Tp machine favorisent les cheminements non linéaires dans certaines situations de construction de connaissances. Nous nous demandons donc si cela favorise une meilleur organisation de ces connaissances chez les étudiants. Plus généralement, est-ce que le fait que les étudiants puissent matérialiser ou réaliser avec l'ordinateur des liens entre différents exercices, des exercices et des parties du cours... aller ou revenir en arrière... favorise la création de liens dans leurs têtes et favorise du coup la disponibilité des connaissances pour eux.

## BIBLIOGRAPHIE


Brigoo A., Durand T., Manoury P., Queinnec C., Soria M., *Un cédérom pour Scheme, chacun son entraineur, un entraineur pour tous*, UPMG-UFR d'informatique, Paris-France

Cazes C., Jarraud P. *Campus numérique : enseigner autrement. L'exemple du DEUG SPAD de c@mpuscience*, Université Pierre et Marie Curie, Paris6-France

Dorier JL.ed. (1997) *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question*, La pensée sauvage.

Douady R. (1987) *Jeux de cadres et dialectique outil/objet*, Recherches en didactique des mathématiques, Vol 7-2, pp 5-32.

Duval R. (1996) *Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ?* , Recherches en didactique des mathématiques, Vol 16-3, pp 349-382.

Lagrange J.B., Artigue M., Laborde C.,Trouche L. (2001) *A meta study on IC technologies in education*, PME 25, Vol 1, pp 111-122

Monagahn J. (2001) *Teachers'classroom interactions in ICT-based mathematics lessons*, PME 25, Vol 3, pp 383-391

Pian J. (1999) Diagnostic des connaissances de Mathématiques des étudiants de Capes, vers une interprétation cognitive des apprentissages individuels *Cahier de Didirem* n° 34 Paris 7

Robert A, Robinet J (1996) *Prise en compte du méta en didactique des mathématiques*, Recherches en didactique des mathématiques, vol 16 2, pp. 145-176.

Robert A (1998) Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 18-2 pp 139-190.

Robert A. (1999a) Situations problèmes : théorie et pratiques en classe de mathématiques, *Actes du deuxième colloque international des IUFM*, Grenoble

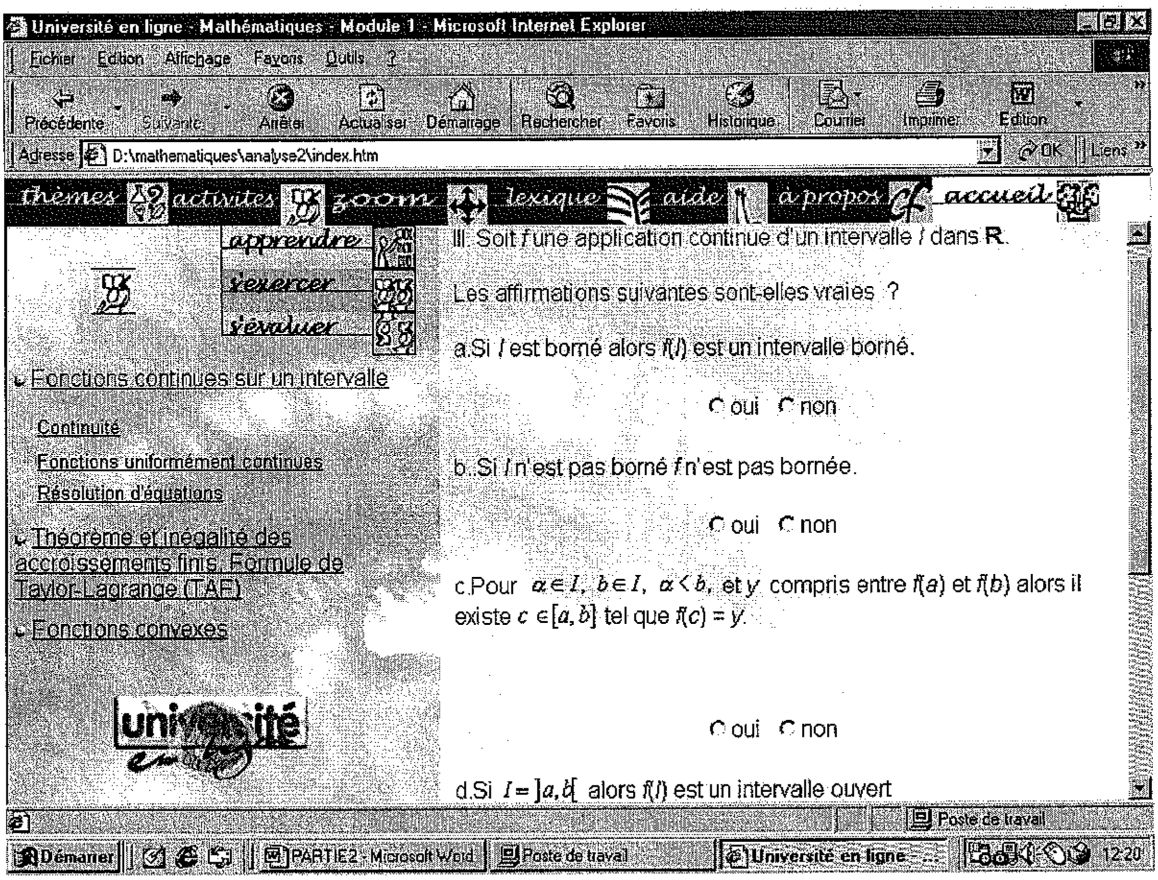
Robert A. et Rogalski J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques ; une double approche (à paraître)

Rogalski M. (1996), Teaching linear algebra : role and nature of knowledges in logic and set theory which deal with some linear problems, *Proceedings of the XX° International conference for the Psychology of Mathematics Education (PME XX)*, Valence 1996.

**ANNEXE 1 : Les différents exercices médiatisés dans l'UeL**

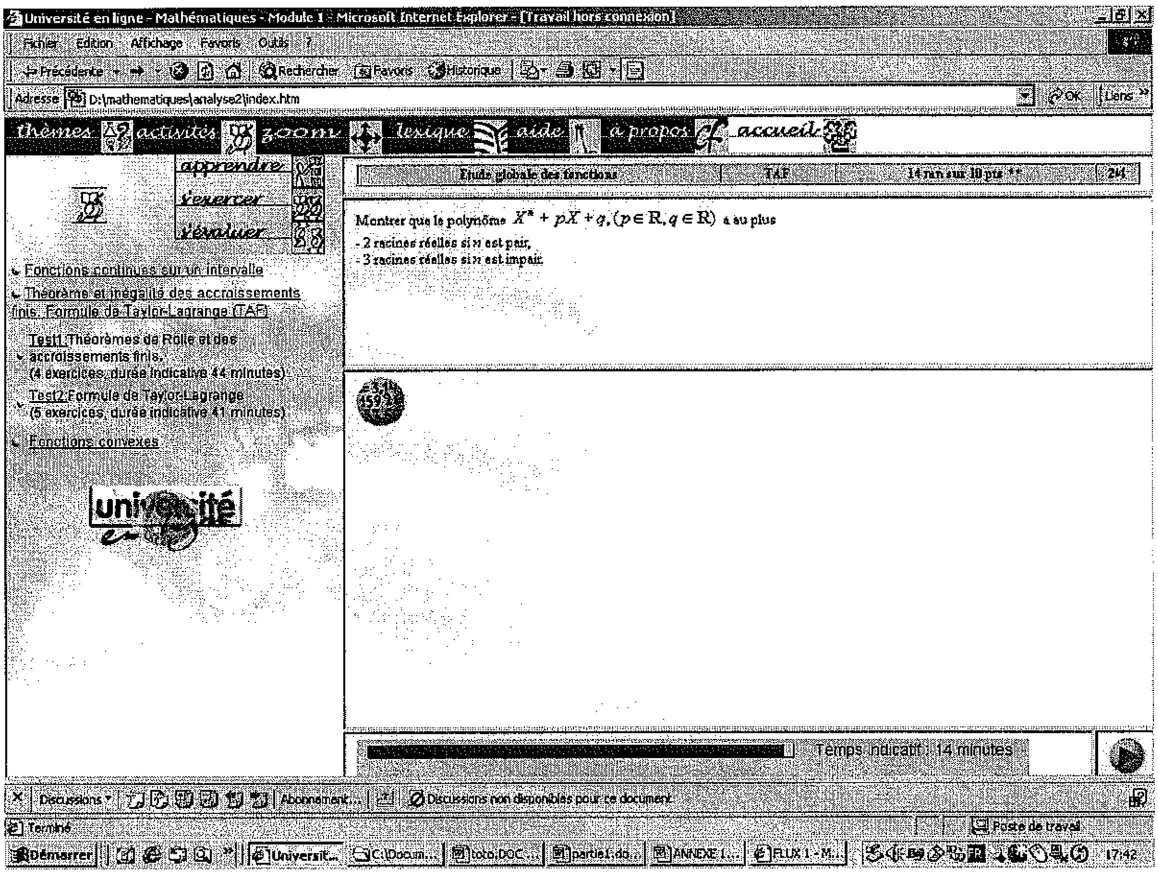
Dans chaque module, il y a deux parties contenant des exercices : « s'exercer » et « s'évaluer ». Dans chacune de ces parties, pour tous les modules d'analyse observés, on trouve trois types d'exercices. Des exercices avec analyse de réponse, des exercices d'auto évaluation et des exercices de simulation. Précisons, par un exemple, chacun des trois types.

*Exercices avec analyse de réponse*
Ces exercices sont proches des QCM, puisqu'on ne sait analyser que des réponses simples. Il y a des test oui/non comme par exemple l'exercice suivant où après 5 questions, le logiciel annonce à l'étudiant combien il a fait d'erreurs en lui donnant l'occasion de recommencer :

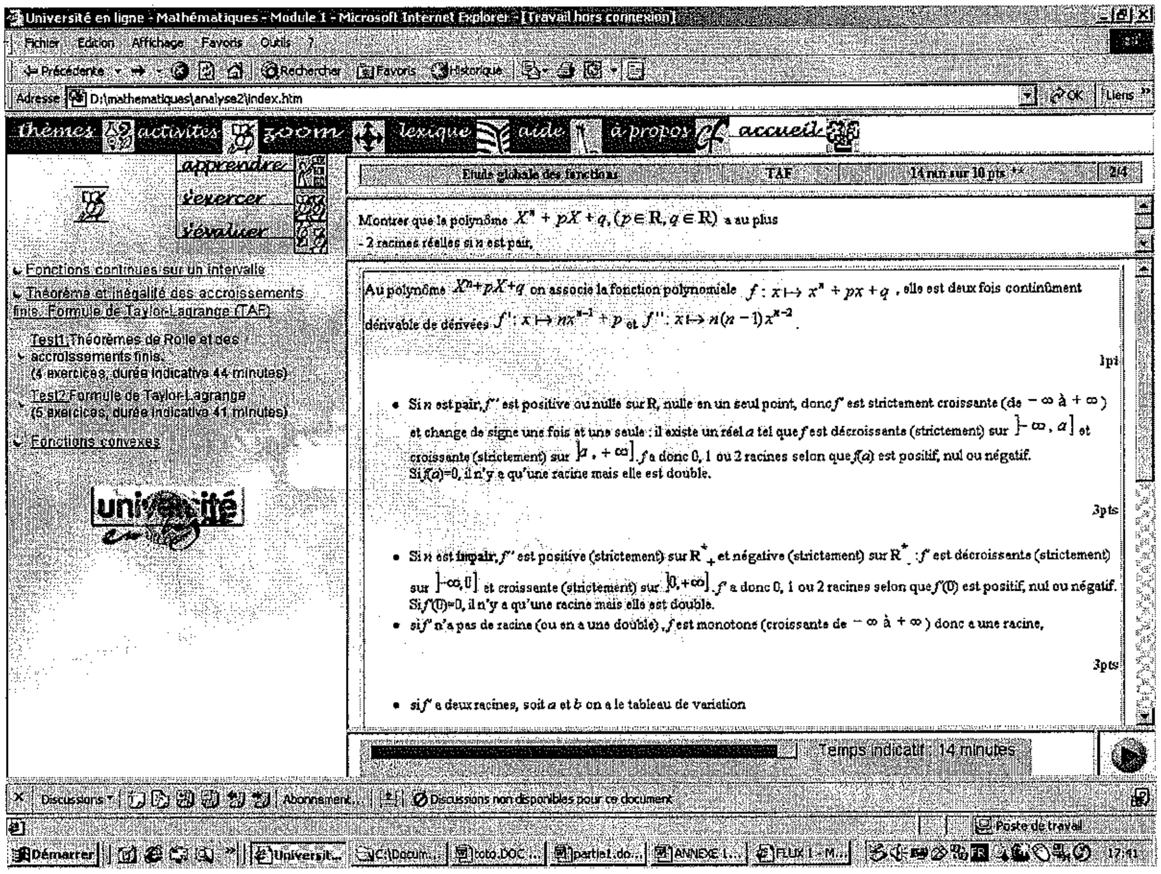



Il y a différents types de saisie possibles : des QCM, des saisies d'un entier par exemple lorsqu'on demande une équation d'un axe de symétrie horizontal, des saisies d'une écriture symbolique avec une palette d'écriture. Dans tous les cas, l'analyse de réponse est peu sophistiquée : on dit si la réponse est correcte ou non, combien il y a d'erreurs dans le cas de questions multiples. Au mieux, on pourra relever des incohérences dans une série de réponses par exemple dans des exercices sur les applications si on répond que l'application est non injective et bijective, il y a une incohérence.

*Exercice d'auto évaluation*
Dans ces exercices, les étudiants doivent rédiger leurs solutions puis les comparer avec la solution proposée. L'usage du CD est alors assez proche de celui d'un livre d'exercices corrigés, mais curieusement, il semble que les étudiants s'impliquent davantage que sur le support livre dans la recherche d'une solution et surtout dans la compréhension de la correction proposée. Est-ce que cela est uniquement justifié par le changement de support ? On trouvera de nombreux exemples de tels exercices dans le CD comme l'exercice suivant :

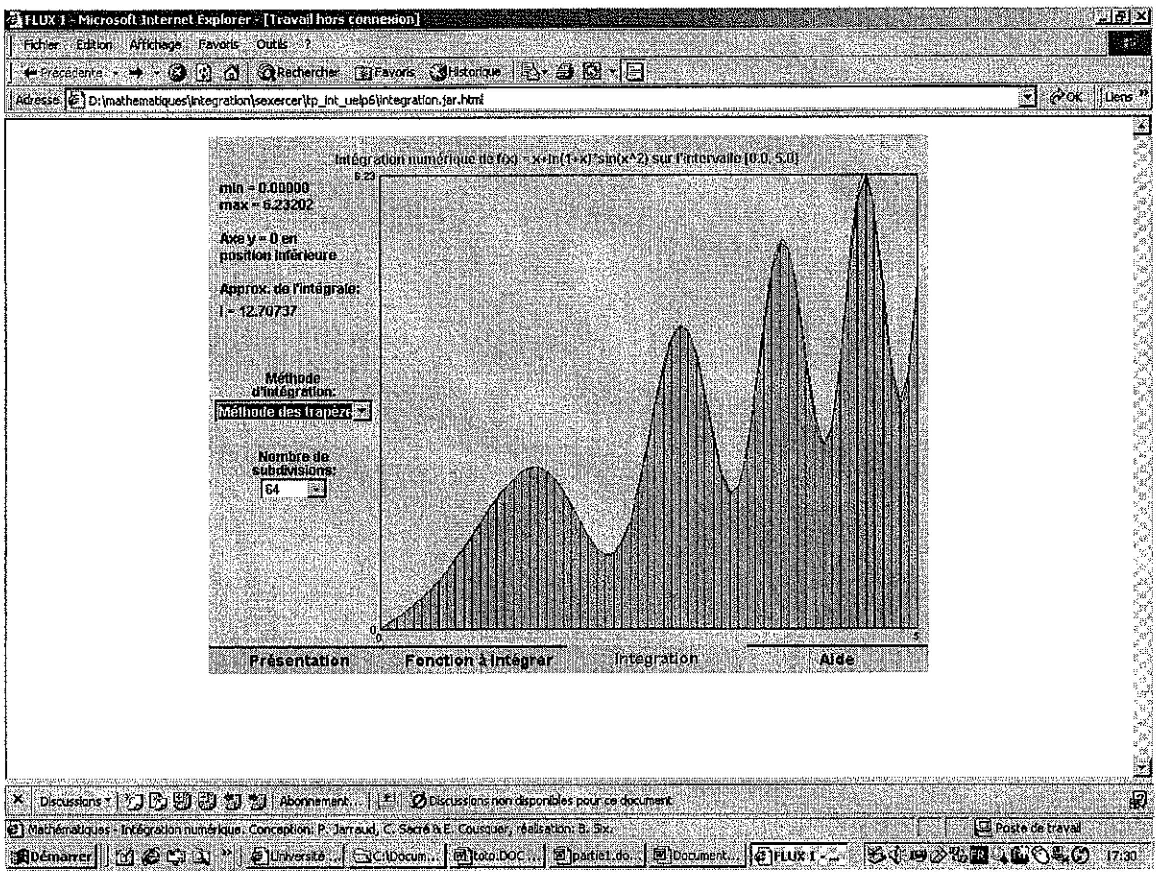


Lorsque l'étudiant a terminé, il doit alors comparer sa solution à celle de l'ordinateur ci-dessous. Pour l'aider dans ce travail il y a un barème qui découpe la solution en plusieurs étapes.



*Exercice de simulation*

Il y a assez peu d'exercices de ce type dans les séances observées et dans l'UeL en général. Pourtant, ce sont justement des exercices qui ne peuvent que difficilement être proposés sans un matériel informatique. Un exercice de ce type sur les développements limités est présenté et analysé dans la troisième partie. Voici un autre exemple sur les méthodes numériques d'intégration.



**ANNEXE 2 : La grille d'observation du travail de l'étudiant**

| temporalité | | Activité de l'étudiant sur la question | | | | | Accompagnement, aides | | | | | méthode | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Exercice/ questions | Temps écoulé | Lecture d'écran | Ecriture | Saisie au clavier | Réflexion | Non-activité | Cours personnel | Cours de l'UeL | Coup de pouce | Echange avec un camarade | Echange avec un professeur | Brouillon : u-réutilisable, j-a jeter | recopie au propre : c-cours, t-travail |
| | | | | | | | | | | | | | |

ANNEXE 3 :

## *Questionnaire pour les étudiants de DEUG, mention Mias*

Date:
Nom et Prénom :

***Choix du dispositif de formation***

1. Pourquoi avez-vous choisi une formation de 3 jours/semaine incluant l'utilisation d'un CD plutôt qu'une formation classique en présentiel ? (Classez vos réponses par un ordre décroissant)

| | |
|---|---|
| | – pour avoir plus de disponibilité hors de la fac (travail étudiant, par exemple…) |
| | – pour participer à une expérimentation |
| | – pour limiter vos déplacements à la fac (difficultés d'accès, transport …) |
| | – pour avoir un support de cours (CD, polycopie de cours téléchargeable, etc.…) |
| | – autre…. |

Si autre, préciser :
……………………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………………

2. Quelles sont les principaux atouts de ce genre de formation mixte (Mettez un " X " dans 2 cases maximum) :

| | |
|---|---|
| | – sa souplesse (elle est adaptée à vos besoins) |
| | – son rythme (elle est adaptée à votre disponibilité) |
| | – son attractivité (sa forme, ses outils et ressources sont motivants) |
| | – son efficacité (vous avez appris plus vite et mieux) |
| | – autre…. |

Si autre, préciser :
……………………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………………

3. Quelle est votre appréciation sur ce type de formation ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – Vous êtes très satisfait(e) |
| | – Vous êtes assez satisfait(e) |
| | – Vous êtes peu satisfait(e) |
| | – Vous n'êtes pas satisfait(e) |
| | – autre…. |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………………

4. Etes-vous prêt à choisir de nouveau une formation de ce type ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |
| | – peut-être |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?

..................................................................................................................................

..................................................................................................................................

5. Quelles craintes avez-vous ressenties par rapport à cette nouvelle modalité de formation ?( Mettez un " X " dans 1 case)

| | |
|---|---|
| | – de ne pas réussir comme les autres à mon examen |
| | – de ne pas savoir me servir de l'ordinateur |
| | – de ne pas comprendre le CDROM |
| | – de ne pas savoir travailler seul |
| | – de ne pas savoir poser des questions |
| | – de ne pas oser demander de l'aide |
| | – autre…. |

Si autre, préciser :

..................................................................................................................................

..................................................................................................................................

6. A votre avis, qu'est-il possible d'améliorer dans ce dispositif de formation ?

..................................................................................................................................

..................................................................................................................................

7. Dans le cas où cette formation serait prolongée pour la deuxième année de Deug, seriez-vous prêt à continuer ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |
| | – peut-être |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?

..................................................................................................................................

..................................................................................................................................

***Contenu de la formation***

8. Comment jugez-vous la qualité du CD ? (Mettez un " X " par ligne )

| Très bonne | Bonne | Moyenne | Passable | Médiocre | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Ergonomie |
| | | | | | Didactique |
| | | | | | Facilité de navigation |
| | | | | | Clarté des informations |
| | | | | | Autre |

Si autre, préciser :

..................................................................................................................................

..................................................................................................................................

9. Quelle a été la fréquence de votre usage du CD- Rom ? (Renseignez chaque case )

| 1er mois | 2ème mois | 3ème mois | 4ème mois | |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Nombre de fois par semaine |
| | | | | Durée moyenne de l'usage |

10. Comment jugez-vous votre mode de travail ?

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

11. Avez- vous utilisé la plate-forme de formation de l'Université ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

12. Quelle a été la fréquence de votre connexion ? (Renseignez chaque case )

| 1er mois | 2ème mois | 3ème mois | 4ème mois | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Nombre de fois par semaine |
| | | | | Durée moyenne des connexions |

***Utilisation du forum***

13. Avez-vous utilisé le forum proposé ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

14. Avez-vous lu les interventions des autres étudiants ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

15. Avez-vous lu les interventions des tuteurs ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

16. Etes-vous intervenu ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

17. Si oui, combien de message, environ, avez-vous déposé ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – 1 |
| | – 2 à 5 |

| | |
|---|---|
| | – 5 à 10 |
| | – plus de 10 |

18. Si oui, quand avez- vous cessé d'intervenir ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| 1er mois | 2ème mois | 3ème mois | 4ème mois | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Moment de l'arrêt |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?
..............................................................................................................................
..............................................................................................................................

19. Le fonctionnement du forum correspondait-il à vos attentes ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

A votre avis, qu'est-il possible d'améliorer dans l'organisation du forum ?
..............................................................................................................................
..............................................................................................................................

***L'information et la formation préalables à l'usage de la plate-forme***

20. L'information et la formation préalables ont-elles été suffisantes ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?
..............................................................................................................................
..............................................................................................................................

***Accompagnement***

21. Que pensez-vous de l'accompagnement en ligne qui vous a été proposé au cours de cette formation ? (Mettez un " X " par ligne )

| Très bonne | Bonne | Moyenne | Passable | Médiocre | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Qualitativement |
| | | | | | Quantitativement |
| | | | | | Autre |

Si autre, préciser :
..............................................................................................................................
..............................................................................................................................

22. La présence d'un accompagnement en ligne vous semble-t-elle justifiée tout au long de la formation ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser pourquoi ?
..............................................................................................................................
..............................................................................................................................

23. Avez-vous eu besoin d'une aide sur le contenu pédagogique ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser?

..........................................................................................................................................

..........................................................................................................................................

24. Avez-vous eu besoins d'une aide pour l'utilisation du CD ? (Mettez un " X " dans 1 case)

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser?

..........................................................................................................................................

..........................................................................................................................................

25. L'aide vous a-t-elle permis de trouver toutes les réponses à vos questions ? (Mettez un " X " dans 1 case )

| | |
|---|---|
| | – oui |
| | – non |

Quelle que soit votre réponse pouvez-vous préciser?

..........................................................................................................................................

..........................................................................................................................................

26. Que voudriez-vous ajouter que nous ne vous avons pas demandé ?

..........................................................................................................................................

..........................................................................................................................................

**ANNEXE 4 : Compte rendu chronologique des séances observées**

Ce compte rendu est une synthèse des observations réalisées par l'enseignant lui-même

| | Type d'exo | Type de tâche? | Type d'activité observée | commentaire |
|---|---|---|---|---|
| S1 : Les réels | *Encadrement de différence et quotient<br>*Ecriture avec quantificateurs<br><br>*Calcul de borne sup. | *Calcul<br><br>*Maniement de quantificateurs<br><br>* première mise en œuvre d'une notion très difficile et sans aide | *Ab , après avoir forcé le papier/crayon<br>*Ecriture et autocorrection rapide<br>*rien | *Surprise des étud car les valeurs sont tirées aléatoirement<br>* avantage de l'ord clair<br>* trop grande distance cognitive entre l'exo et les connaissances de l'étud |
| S2 : Les suites | *Etude de suite niv Term.<br>*Trouver un rang à partir duquel… | *révision<br>* nouvelle tâche qui demande un nouveau raisonnement (raisonner par condition suffisante) | * AB<br>* changement de tâche : ils mettent des N au hasard | * conflit étudiant/enseignant sur les méthodes |
| S3 : Les suites | *Etude de suites<br>*Choix de méthode | *mise en oeuvre de th du cours<br>* choix d'une méthode dans une liste | *AB<br>bonne réflexion des étudiants | les étudiants ont fait des va et vient fréquent entre les exo |
| S4 : continuité locale | *Ecriture, lecture avec quantificateurs<br>*Réflexions sur la représentation d'une notion<br>*exercice d'application | *Renforcement d'une autre notion dans un nouveau contexte<br>* compréhension<br>*mise en œuvre des nouvelles notions | *Bien<br>*bonne séance<br><br>* nécessité de consignes intermédiaires données par l'enseignant | *ils ont travaillé aussi avec la calculatrice graphique<br>* reprendre le cd avec des coups de pouce |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| S5 : continuité globale | *Ecriture avec quantificateurs<br><br>*Réflexion sur les cas d'appli d'un th<br><br>*Exercice d'application<br><br>*Questionnaire V/F sur des erreurs classiques | *Renforcement de la notion de quantificateur dans le contexte de la continuité<br>*Il faut s'interroger pour savoir si on peut appliquer le th<br>*Il faut utiliser le théorème soit même et rédiger<br>*Conflit avec théorème élève | * Bien<br><br>*nouvelle tâche : compréhension du corrigé<br><br>* | * est-ce suffisant pour qu'ils ne fassent plus ces erreurs ? |
| S6 : fonction dérivable sur un intervalle | *Réflexions systématiques sur les cas d'application de th<br><br>*Application sur un exercice | *Suivre une stratégie imposée, réinvestir les connaissances sur continuité et dérivabilité<br>*La stratégie n'est plus explicite | Bonne séance | |
| S7 : développements limités | *Repérer dans une liste des DL compatibles avec un DL donné | *Tâche nouvelle, la stratégie n'est pas dans l'énoncé alors qu'elle semble y être | Difficulté à comprendre l'exercice et la solution | Il a fallu reformuler la consigne en deux parties |

**Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM,**

**Vous pouvez soit :**

**Consulter notre site WEB**

**http://www.ccr.jussieu.fr/iremParis7/welcome.html**

**Demander notre catalogue en écrivant à**

**IREM Université Paris 7**
**Case 7018**
**2 place Jussieu**
**75251 Paris cedex 05**

**TITRE :**

UN SEMESTRE DE DEUG SPAD : PREMIER BILAN

**AUTEUR (S) :**

Claire CAZES
Jacqueline MAC ALEESE
Fabrice VANDEBROUCK

**RESUME :**

Cette brochure fait suite à la numéro 90 intitulée « Vers un nouveau dispositif d'enseignement en DEUG ». Les auteurs sont les mêmes. Nous relatons les résultats d'observations de l'expérimentation effectuée en DEUG MIAS première année au premier semestre 2001-2002 à l'université Paris VI dans le cadre du campus numérique CampuSciences. Il s'agit d'une première contribution didactique dans le processus collectif d'intégration des TICE dans l'enseignement supérieur.

**MOTS CLES :**

DEUG MIAS 1 - TICE - Didactique des mathématiques - Dispositif expérimental

**Editeur : IREM**
**Université PARIS 7-Denis Diderot**
**Directeur responsable de la publication : M. ARTIGUE**
**Case 7018 - 2 Place Jussieu**
**75251 PARIS Cedex 05**
**Dépôt légal : Avril 2003**
**ISBN : 2-86612-236-4**