

Comité scientifique des IREM

Procès-verbal de la séance du 19 septembre 2008

Adopté par le comité scientifique du 12 décembre 2008

Membres du CS présents : Michèle ARTIGUE, Jean Paul BARDOULAT, Daniel BEAU, Pierre CAMPET, Catherine COMBELLES, René CORI, Gilles DAMAMME, Michel FRECHET, Sidi-Mahmoud KABER, Gérard KUNTZ, Yves OLIVIER, Daniel PERRIN, Jean-Pierre RAOULT, Guy RUMELHARD, Claudine SCHWARTZ, Catherine TAVEAU

Invités :

- Fayssal Benkhaldoun (Université Paris-Nord, développeur et utilisateur de WIMS)
- Benjamin Clerc (Sésamath, collège de Lunel)
- Marie-Jeanne Perrin (IUFM du Nord-Pas-de-Calais)
- Bernadette Perrin-Riou (Université Paris-Sud, Présidente de l'association WIMS EDU)
- Jean-Marc Ravier (CII Maths-Info, Lycée Jean Monnet, Montpellier)
- Aline Robert (IUFM de Versailles)
- Véronique Royer (Lycée Monot, Clamart, développeur et utilisateur de WIMS)
- Jean-Philippe Vanroyen (Sésamath, Lycée César Baggio, Lille)

Ce procès-verbal, rédigé par J.P. Raoult à l'aide de notes de Catherine Combelles, complète le document "relevé de conclusions", diffusé, à la suite de cette séance¹, auprès des directeurs d'IREM et des responsables de Commissions Inter-IREM. Celui-ci est référencé dans le corps du procès-verbal par relevé. Quelques notes en bas de page donnent des indications postérieures à la réunion.

I. Financement du comité scientifique.

Les contraintes financières qui pèsent sur le budget géré par l'IREM de Dijon pour le comité scientifique sont précisées dans **relevé**, ainsi que la décision de surseoir à une mesure telle que la diminution du nombre de réunions. Au cours de la discussion, René Cori a fait valoir que le CS constitue un lien essentiel entre les IREM et l'extérieur et que la réduction de son activité serait dommageable².

1. Diffusion effectuée le 22 octobre 2008.

2. Deux éléments nouveaux intervenus depuis cette réunion : l'exigence d'une rigueur accrue de la part de l'université de Dijon (établir pour chaque séance le budget prévisionnel au plus tard 15 jours à l'avance) et la décision de l'Adirem, le 9 décembre 2008, de réduire ses frais de fonctionnement pour l'année universitaire 2009-2010 en faisant passer son nombre de sessions de 4 à 3.

II. Programmation de la réunion de décembre.

Le choix de débattre des manuels de mathématiques a été confirmé après une discussion d'où il ressort que, si la question est effectivement importante en raison de l'influence des manuels et du mécontentement devant nombre d'entre eux, plusieurs points sont à clarifier :

- quel serait le but de ce travail ? (caractériser des critères de "manuel satisfaisant" ? "évaluer" les manuels ? donner un outil aidant les enseignants à faire leur choix ?),
- a-t-on une "doctrine" sur ce que doit être la position d'un manuel par rapport au programme ? (Yves Olivier indique qu'ils s'en écartent souvent ; est-ce nécessairement un défaut ?)
- quelles chances a-t-on de faire entendre sa voix auprès des éditeurs et de leurs auteurs ? (Catherine Combelles rappelle que les changements fréquents de programmes, souvent dans la précipitation, ne favorisent pas un travail rigoureux dans ce domaine).

Un éclairage historique intéressant est fourni par Jean-Paul Bardoulat qui rappelle que l'APMEP, en liaison avec les IREM, avait établi vers 1975 une grille d'analyse des manuels qu'il qualifie de "un peu gigantesque et décourageante", mais qui avait eu une certaine influence à l'époque sur la conception des ouvrages.

Aline Robert évoque les travaux de Christophe Hache et de Denis Butlen.

René Cori recommande de ne pas oublier la question des manuels en ligne.

Jean-Pierre Raoult est chargé de préparer un plan de débat prenant en compte ces différents aspects et de procéder aux invitations nécessaires à cet effet.

III. Université d'été de Saint-Flour (août 2008), colloque de l'inspection générale "L'avenir de l'enseignement des mathématiques" (novembre 2008)

L'université d'été était conçue comme préparatoire au colloque de l'inspection générale.

Michèle Artigue et René Cori (qui font partie du comité scientifique de chacune de ces deux manifestations) font état de la grande qualité des exposés à Saint-Flour. René Cori insiste en particulier sur les conférences d'informaticiens, qui ont présenté un programme ambitieux d'informatique pour le collège et le lycée (précisant même qu'une sensibilisation pourrait avoir lieu dès l'école primaire)³. Ce débat est évidemment étroitement lié à la question, que des informaticiens remettent fortement en avant, de l'instauration d'un corps enseignant autonome d'informatique (création d'un CAPES et d'une Agrégation ?). L'inspection générale de mathématiques considère cela comme irréaliste dans les circonstances actuelles ; elle travaillait jusqu'ici uniquement sur la perspective de l'introduction dans les programmes de mathématiques de ce qu'elle appelle des "éléments de science informatique"⁴.

Des inquiétudes se font jour quant au peu d'informations disponibles sur l'organisation du colloque de novembre (désignation des participants, contenu ...) ; René Cori dit qu'il pressera Jacques

3. Leurs réflexions les ont notamment conduits à remettre au ministère le 7 novembre un projet de "module d'exploration" d'informatique pour la classe de seconde ; il s'intitule "Informatique et société numérique" et peut être consulté sur le site de la Fédération des Associations Françaises des Sciences et Technologies de l'Information (ASTI) : <http://asti.ibisc.univ-evry.fr/groupe-itic/module/view?searchterm=classe%20de%20seconde>

4. Depuis lors, le projet de classe de seconde annoncé par le ministère prévoit donc un module d'informatique indépendant (optionnel).

Moisan, doyen de l'inspection générale de mathématiques, de renseigner dès que possible les milieux concernés⁵.

IV. Réformes en cours (lycées, formation des maîtres)

La discussion sur ce point a essentiellement consisté à confronter les informations disponibles sur les intentions gouvernementales (car le mode de préparation adopté par l'administration laisse subsister un flou important) et à rassembler des avis, fortement convergents parmi les participants, sur les inquiétudes que ces projets suscitent.

L'argumentation qui en résulte figure dans les deux résolutions adoptées (voir **relevé**)⁶.

V. Etat et perspectives des recherches sur les TICE dans l'enseignement des mathématiques.

Remarques préliminaires

1. *Est conservé ici le titre donné initialement à cette partie de l'ordre du jour ; mais ce vaste thème n'a été que très partiellement traité car en fait on s'est pratiquement limité aux exercices*⁷.
A suivre ...

2. *Ce débat a suscité, dans les jours qui l'ont suivi, un riche échange d'avis, par courriels, entre trois de ses participants, Michel Fréchet, Bernadette Perrin-Riou et Philippe Vanroyen. On trouvera en Annexe à ce procès-verbal un montage issu de leurs interventions, relu et approuvé par eux trois. De plus Gérard Kuntz a fourni peu après la réunion une bibliographie qui, enrichie de quelques*

5. Peu après un site internet consacré au colloque a été ouvert et un effort a été fait pour que de nombreux enseignants de toutes les académies puissent assister aux débats tenus à Paris (Sorbonne et lycée Henri IV).

6. La diffusion de ces résolutions a été assurée dans la communauté mathématique.

S'agissant de la formation des maîtres, Jean-Pierre Raoult a repris l'avis du CS au sein de sa contribution sur cette question dans la rubrique "En débat" sur le site Educmat (INRP) :

http://educmath.inrp.fr/Educmath/en-debat/Master_enseignement/

Les IREM ont joué un rôle assez central dans le travail de la CFEM (Commission Française pour l'Enseignement des Mathématiques) qui, entre septembre et novembre, a sorti 3 textes (tous disponibles sur le site "le portail des IREM") :

- 22 septembre : une analyse fournie titrée : "La mastérisation et la formation des enseignants en mathématiques" (disponible sur :

<http://www.cfem.asso.fr/>

- début novembre : "manifeste" titré "Formation des enseignants : le point de vue de la communauté mathématique" (rédaction coordonnée par René Cori)

- 22 novembre : "Les mathématiciens face aux nouveaux masters pour la formation des enseignants" (compte-rendu d'une réunion nationale tenue le 15/11/08).

S'agissant de la réforme des lycées, Catherine Combelles (vice-présidente de l'AP-MEP, membre du CS des IREM) est responsable de cette question dans la rubrique "En débat" sur le site Educmat (INRP) :

<http://educmath.inrp.fr/Educmath/en-debat/reforme-lycee/>.

On se référera aussi au dossier mis sur le site de la Société Mathématique de France par Daniel Duverney, membre du conseil de la SMF et du CS des IREM :

<http://smf.emath.fr/Enseignement/ReformeLycee2009/>

7. Aussi nommés "exerciseurs" ou encore BEL (Base d'Exercices en Ligne) dans la conférence de Michèle Artigue et Ghislaine Gueudet à l'université d'été de Saint-Flour en août 2008 ("Ressources en ligne et enseignement des mathématiques").

autres contributions ; celle-ci a été placée dans la sous-rubrique "Les débats du CS" de la rubrique "Comité scientifique" du portail des IREM.

3. Le seul moyen véritable de se faire une idée sur les caractéristiques des TICE, dans les différentes conditions d'emploi possibles (élève en individuel, professeur en individuel, classe réelle, classe virtuelle ...) est d'aller "y voir". Nous nous étendrons donc peu ici sur les éléments de description d'outils faites en séance du CS par les collègues présentant Sésamath ou WIMS, mais plus sur leurs indications quant aux conditions de réalisation et d'emploi et sur leur évolution en cours.

1. Benjamin Clerc et Jean-Philippe Vanroyen présentent un panorama des activités de Sésamath.

Rappelant l'origine de la ressource de base de Sésamath, Mathenpoche, ils insistent particulièrement sur les éléments les plus nouveaux dans le développement de Sésamath, dont l'impact sur le travail scolaire est nécessairement encore peu analysé, et pour lesquels l'équipe réalisatrice serait tout particulièrement désireuse de voir des études menées au sein des IREM :

- Sésaprof (ouvert en juin 2008), espace d'échanges réservé aux enseignants,
- Scénarisation d'exercices (axée actuellement sur la transition CM2 / sixième),
- Aide conceptuelle à l'élève,
- Mathenpoche réseau (orienté pour mettre en place des séances adaptées aux différents groupes de niveau de sa classe ; la nouvelle version en préparation sera un véritable "labo de maths"),
- Rédaction de manuels téléchargeables, ouverts et libres (disponible pour les classes de cinquième, quatrième et troisième ; en cours d'élaboration en sixième)),
- Tracenpoche , logiciel de géométrie dynamique pilotable depuis Mathenpoche, mais utilisable indépendamment ; Tracenpoche vient d'être traduit en espagnol au Pérou :
<http://www.sesamath.net/blog/index.php/2008/11/15/une-version-espagnole-de-tep-au-perou>
- Instrumenpoche, outil de tracé géométriques pilotable depuis Mathenpoche (mais utilisable indépendamment), qui s'est révélé précieux pour certains élèves handicapés
- internationalisation : la traduction en allemand du niveau de Sixième à Strasbourg est utilisée par de nombreux professeurs d'allemand ; la traduction de Tracenpoche au Pérou est une porte d'entrée dans le monde hispanophone ; d'autres contacts pour d'autres traductions sont en cours.

L'attente de l'équipe Sésamath vis-à-vis du réseau des IREM ne porte pas sur son audience ; les statistiques témoignent de celle-ci : un million de visites par mois, 450 000 élèves inscrits par l'intermédiaire de leurs professeurs (via 13 serveurs académiques et un serveur national), 15 000 professeurs sur la liste de diffusion, 3 400 professeurs inscrits à Sésaprof en 3 mois d'existence (juin à septembre)⁸. Par ailleurs la revue électronique *Mathematice* (15 000 visites par mois) et des articles dans la revue *Repères-IREM* sont de bons vecteurs d'expression de l'équipe. Celle-ci est plutôt désireuse d'études fines sur ses productions (par exemple quels exercices sont préférés des enseignants ? quel est l'usage fait par les élèves en autonomie ?)

2. Bernadette Perrin-Riou présente l'outil WIMS

Non spécifique aux mathématiques, WIMS existe aussi en langues, biologie, sciences physiques. Né pour les besoins des universités, WIMS s'est étendu aux collèges, lycées, centre de formation d'apprentis.

8. Effectif monté à 5 000 en début décembre.

La structure d'accès à WIMS est décentralisée, avec beaucoup d'installations spécifiques à des établissements. Bernadette Perrin-Riou, travaillant sur le serveur `wims.auto.u-psud.fr`, indique que celui-ci accueille 500 classes du secondaire (soit environ 10 000 élèves). Il y a aussi beaucoup de connexions hors classes. Les ressources étant totalement ouvertes, il n'y a en effet pas besoin de s'inscrire pour l'utiliser, que cela soit `wims` (ou le site de WIMS EDU d'ailleurs).

Une coordination est assurée par l'association WIMS EDU (40 inscrits, 80 participants au forum) mais le mode de confection des exercices est caractérisé par le fait qu'ils sont produits par des enseignants; la création et la modification sont réalisables aisément grâce un langage procédural simple. Un travail critique réalisé dans des groupes IREM serait le bienvenu.

WIMS ne vise pas à l'exhaustivité; actuellement pour la classe de seconde le programme se trouve largement couvert; pour les autres classes cela s'élargit progressivement.

Bernadette Perrin-Riou décrit l'atmosphère de travail lors de séances WIMS, caractérisée par l'activité de l'ensemble des élèves et leur entraide. Elle indique qu'il lui est souvent plus facile de faire comprendre une notion quand une séance "classique" a été précédée d'une séance WIMS.

Dans un bref échange de vue après cet exposé, quelques compléments d'information sont apportés par des participants ayant collaboré à (ou simplement pratiqué) des exercices WIMS. Il est fait état de l'originalité et de la diversité des exercices, accrue par la possibilité de faire varier aléatoirement les données (exemple d'un travail sur les nombres complexes utilisant le tir complexe); des témoignages sont apportés sur le fait ce type de travail aide beaucoup les élèves en difficulté, tout en permettant aux meilleurs de se réaliser (est donné l'exemple du travail en UT, avec des étudiants non spécialement matheux). Yves Olivier pose le problème de la perennisation des acquis apparus au travers de l'usage des exerciciels et voit là un besoin de recherche important.

3. Jean-Marc Ravier, président de la Commission Inter-IREM "Informatique et Mathématiques" (CI3M), présente l'activité de cette commission (voir aussi sa rubrique, sur le site "le portail les IREM").

Cette CII se veut lieu d'échange de pratiques et de diffusion de travaux effectués dans les IREM. Elle entretient des liens avec Sésamath, pas encore avec WIMS.

Elle a organisé des journées d'études sur les espaces numériques de travail. Elle est partie prenante au projet européen "Intergéo". Elle suit le travail de mise place de parcours de formation pour les professeurs dans le cadre du projet "pairform@nce" (demande du ministère de l'Education Nationale) qui implique en particulier l'INRP et l'IREM de Montpellier.

4. Marie-Jeanne Perrin présente quelques enseignements tirés de la section "TICE" au sein du colloque DIDIREM des 4, 5 et 6 septembre 2008

Elle rappelle qu'elle n'est pas spécialiste des TICE, dont l'analyse en termes de didactique peut recouvrir plusieurs domaines, les exerciciels dont il a été jusqu'ici question n'en étant qu'un parmi d'autres.

Elle remarque qu'il n'a pas été encore question ici du changement du rapport aux mathématiques que peut induire l'emploi des TICE et signale la table ronde qui, au cours du colloque, avait bien posé les problèmes à cet égard (voir le site du colloque, où il est aussi question de l'opération "pairform@nce" évoquée antérieurement par J.M. Ravier)

Lors du colloque DIDIREM, un chercheur anglais a présenté les résultats d'une étude TIMSS⁹ qui montre que, d'une manière générale, l'impact des technologies (calculatrice, ordinateur) est faible. L'exemple de son pays montre aussi que l'influence de la recherche sur les pratiques effectives est fortement médiée par les institutions : après une période "tout calculatrices" dans les années quatre-vingt, l'usage de la calculatrice a été controversé dans les années quatre-vingt-dix et un nouveau ministre en a interdit l'utilisation. Le déroulement du débat en Angleterre a ainsi montré combien, sur un tel thème, il peut être biaisé par des a priori idéologiques et combien il faut être prudent dans les recherches sur l'impact réel de l'usage des calculatrices

De manière générale, les avancées de la recherche établissent que la question de l'intégration des TICE au sein de l'enseignement est d'une complexité qui avait été mal perçue au démarrage ; on doit développer à cet effet des cadres théoriques ; par exemple, une question comme celle de l'aide que peut apporter l'ordinateur à la conceptualisation de la notion de fonction est encore largement ouverte.

Les questions se sont en fait déplacées de la technologie vers l'élève, puis vers l'enseignant. On est peu avancé sur l'étude des effets de la distance qui existe entre les potentialités de la technologie et l'attente de l'enseignant. Il y a un énorme problème de communication aux multiples facettes : entre enseignants, entre chercheurs (vu la multiplicité des cadres théoriques), entre chercheurs et professeurs (obstacle du vocabulaire), entre outil (en particulier internet) et enseignant.

Il y a donc là un vaste chantier théorique, mais aussi pratique, pour réaliser des interfaces et des réseaux de ressources entre chercheurs et enseignants ; les IREM pourraient plus s'y impliquer.

5. Débat (reproduit ici de manière nécessairement non exhaustive et sans respecter nécessairement l'ordre des interventions)

Yves Olivier, faisant état de plusieurs années d'observation, dans l'académie où il est inspecteur, de l'usage des exercices, cerne un certain nombre de dangers :

- la rapidité du développement quantitatif de la matière proposée en ligne risque de nuire à son adéquation au besoin de l'enseignant utilisateur : prendre une fiche "telle quelle", parfois sans essai préalable, conduit souvent à une impasse ; le besoin d'un accompagnement par un scénario d'exploitation se fait souvent sentir,
- le risque d'inciter le professeur à un comportement consumériste est réel ; il y aurait tout un apprentissage à faire pour qu'il l'intègre bien à sa propre pratique,
- l'aide à l'élève qui échoue devant un exercice est essentielle mais encore peu développée ; c'est d'ailleurs un problème difficile car c'est là que l'intervention du professeur peut être irremplaçable, d'où l'effet négatif que peut avoir une "séance" menée par l'élève sans accompagnement.

Il conclut en disant qu'à son sens c'est l'exploration, plus que la résolution des exercices, qui est le cadre où les TICE peuvent faire faire des progrès importants à la pratique pédagogique en mathématiques.

Pierre Campet, faisant état de son expérience en collège, remarque que, par essence, un exercice aborde un certain nombre de "micro-objectifs" ; il ne faudrait pas entretenir l'illusion qu'une accumulation de micro-objectifs permet d'atteindre les macro-objectifs que sont l'assimilation d'une

9. *Trends in International Mathematics and Science Study*; on trouvera de l'information sur le site :
<http://nces.ed.gov/timss/>

notion mathématique et la compétence pour son usage. L'enseignement doit mettre l'accent sur la résolution de problèmes et non seulement d'exercices parcellisés ; n'atteint-on pas là les limites de l'outil ? Il rappelle qu'il ne faut pas limiter le débat sur les TICE en mathématiques à celui sur les exerciciels et qu'une tâche essentielle aujourd'hui est "apprendre à utiliser les TICE".

Michel Fréchet regrette que dans de nombreux cas le désir d'utiliser à fond les possibilités offertes par l'ordinateur, et donc de les intégrer à la pratique de l'exerciciel, conduise à négliger d'autres approches, qu'il juge plus formatrices et plus efficaces pour que l'élève s'approprie véritablement une notion. Il cite des exemples : le fait de tracer une figure avec des instruments géométriques n'est-il pas plus instructif que de manier un "compas virtuel" sur l'écran ? le fait de procéder à des jets de dé n'est-il pas plus profitable pour l'assimilation de probabilités élémentaires que la simulation par une formule transformant les sorties des ordres RANDOM ? Il s'inquiète d'un risque "d'emballement" dû au plaisir en soi de tirer le maximum de possibilités "modernes" et à l'adhésion d'un très grand nombre d'utilisateurs qui ne feraient pas toujours jouer un discernement suffisant face à ce qui leur est offert.

Un certain nombre d'intervenants (Gérard Kuntz, Fayssal Benkhaldoun, Véronique Royer, Catherine Combelles, Benjamin Clerc, Bernadette Perrin-Riou) apportent des éléments de réponse aux inquiétudes qui viennent d'être rapportées ci-dessus ; ceux-ci peuvent se regrouper de la manière suivante :

- affirmation qu'une part de l'évolution actuelle des outils vise justement à prendre en compte certains des manques qui ont été déplorés,
- début d'existence, en France et à l'étranger (voir par exemple le congrès ICME de Monterrey en juillet 2008) d'analyses sur un phénomène désormais irréversible et sur les réalisations qu'il suscite (voir bibliographie jointe à ce procès-verbal) ;
- insistance sur certains apports spécifiques des exerciciels, par exemple au plan visuel (figures de géométrie correctes, convergences de suites ..) ou dans un rapport nouveau au calcul, moins bloquant et donc permettant d'aborder des réflexions plus intéressantes,
- soin porté par les réalisateurs à la correction et la pertinence mathématique de ce qu'ils mettent en ligne, à la fois par la réflexion préalable collective, les corrections mutuelles et la prise en compte des retours des utilisateurs,
- nouveaux témoignages sur la diversité des utilisateurs et sur l'accroissement de l'intérêt que l'emploi de ces outils suscite chez de nombreux élèves, de niveaux variés,
- accord sur le fait que perfectionner l'environnement de l'exercice (scénarisation, raffinement des réponses aux erreurs de l'élève) est extrêmement coûteux et que rien ne peut remplacer l'accompagnement par l'enseignant (préparation de la séance, attention portée au travail des élèves devant l'ordinateur, réponse personnalisée aux questions, exploitation a posteriori en classe, incitation à la rédaction).

Jean-Pierre Raoult insiste sur le fait que les conditions qui viennent d'être dégagées pour l'amélioration de l'emploi de ces outils renvoient au problème actuel de la carence de la formation continue des enseignants et des risques de dégradation de leur formation initiale.

Michèle Artigue indique quel est l'état de la réflexion qu'elle développe depuis quelques années (voir par exemple sa contribution avec Ghislaine Gueudet à l'université d'été de Saint-Flour en août 2008). Elle est consciente à la fois de la complexité et de l'inévitabilité de l'analyse de ce phénomène incontournable et en évolution rapide : les produits se sont considérablement raffinés durant les

toutes dernières années. Une caractéristique essentielle est que, au contraire d'autres TICE, les exerciciels portent sur des tâches classiques et peu différentes du travail usuel de l'élève. Mais c'est l'environnement de travail qui est radicalement différent :

- variété des exercices et possibilité d'en considérer un plus grand nombre dans une séance,
- contextualisation accrue des connaissances,
- évolution, encore mal perçue, du processus de transfert que l'élève peut effectuer à partir de la résolution de l'exercice.

La réalisation et la diffusion de recherches est donc indispensable et les IREM sont nécessairement amenés à y participer.

Dans les semaines qui ont suivi ce débat, une synthèse de ses enseignements a été rédigée et a recueilli l'accord des participants. On la trouve dans *relevé*

XX

ANNEXE

Echanges postérieurs au débat sur les exerciciels

Le débat sur les exerciciels a suscité, dans les jours qui ont suivi la séance du comité scientifique des IREM du 19 septembre 2008, un riche échange d'avis, par courriels, entre trois de ses participants, Michel Fréchet, Bernadette Perrin-Riou et Philippe Vanroyen. Voici un montage issu de leurs interventions, relu et approuvé par eux trois.

1. Contribution de Michel FRECHET

Ce petit texte veut approfondir la question : *Pourquoi les TICE dans l'enseignement des mathématiques ?*

Avant de parler de "comment utiliser les TICE dans notre enseignement", il me semble en effet indispensable d'examiner le pourquoi de cette utilisation et d'éviter de lui apporter de fausses réponses comme : il faut suivre son temps, il faut être "moderne", il ne faut pas remettre en cause le progrès.

Notre but commun doit être de soumettre les outils de communication modernes utilisés dans l'enseignement des mathématiques à une analyse aussi scientifique que possible de leurs qualités et de leur pertinence. A cet égard, le fait que plusieurs milliers de collègues utilisent tel ou tel outil n'est porteur en soi d'aucune rigueur scientifique et ne répond absolument pas à la question (au fait, qu'est-ce qu'être "moderne" ?). Si les mathématiques, les sciences, peuvent contribuer à la démocratie, elles ne sont pas affaire de démocratie : un théorème, une théorie, ne deviennent pas pertinentes du fait qu'un grand nombre de personnes, fusse la majorité, les croiraient telles ; Giordano Bruno ou Galilée se retourneraient dans leur tombe !

Que veux-je donc dire par : "examiner le pourquoi des TICE" ?

Notre métier de professeur est d'enseigner, de faire passer, de faire comprendre des notions mathématiques. L'objectif est atteint lorsque les élèves se sont appropriés et ont compris ces no-

tions. Je milite depuis très longtemps¹⁰ pour que chaque enseignant soit libre de ses méthodes pédagogiques ; c'est à lui de choisir celle qui paraît la plus pertinente pour chaque notion et avec laquelle il se sent le plus à l'aise.

En ce qui me concerne, la recherche de lieux géométriques est amplement facilitée par l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique (GEOGEBRA, solution libre, par exemple). Elle permet de voir la solution, de la conjecturer, et ainsi de préparer la phase de démonstration. Le tableur (OPENOFFICECALC, solution libre, par exemple) me paraît indispensable pour traiter un exercice de statistique. Il évite ainsi le côté fastidieux des calculs et donne du temps pour l'interprétation. Un logiciel de calcul formel (WXMAXIMA, solution libre, par exemple) peut aider les élèves à vérifier leurs calculs (dérivation, intégration, ...) lorsqu'ils travaillent chez eux.

Par contre, l'utilisation du tableur ne me semble pas judicieuse pour introduire les probabilités. J'ai fait faire des simulations sur tableur de lancer de dés avec mes élèves de T STG, il y a deux ans. Mes élèves m'ont alors fait remarquer que la formule =ENT(6*ALEA()+1) n'a rien à voir avec un dé à six faces : *Pourquoi, monsieur, ne pas lancer un grand nombre de fois un dé ?* Ce que je fais depuis.

La résolution d'exercices est même souvent plus facile avec un papier et un crayon : certains exercices de la banque de données TP de l'Inspection Générale de Mathématiques sont beaucoup plus simples à résoudre sans utilisation des TICE.

Aussi, je pense que chaque professeur doit se poser la question : "quel outil est le plus performant pour introduire une notion ?" Les TICE font partie de ces outils, mais ne sont pas les seuls.

De plus, il y a encore une grande majorité de collègues qui ne voient aucun intérêt à l'utilisation des TICE en mathématiques. Plutôt que de les traiter de ringards, de les forcer¹¹, ne vaudrait-il pas mieux leur montrer l'intérêt de leur utilisation dans certains cas ? Même si cela doit prendre du temps, les convaincre me paraît beaucoup plus profitable et intelligent que de leur imposer une méthode sous prétexte qu'elle est moderne.

Je désire enfin étudier en quoi Sésamath peut favoriser la réflexion pédagogique et exprimer pourquoi je reste sceptique sur ce point.

Les auteurs sont, comme moi, partisans des solutions libres, mais je pense qu'ils se méprennent sur le sens de ces solutions. Un logiciel libre permet à chacun de l'adapter à ses besoins, ses sources étant libres et à la disposition de chacun. Cependant, la sanction tombe rapidement si les transformations logicielles ne sont pas correctes : le logiciel "bugue" immédiatement. Par contre, la mutualisation d'un livre scolaire peut s'avérer problématique si une vigilance scientifique de chaque instant n'est pas mise en place.

En ce qui concerne l'outil "Mathenpoche", si c'est une réussite informatique, si la prouesse doit être saluée, ma crainte est que trop souvent la forme prenne le pas sur le fond. Je suis convaincu qu'il est préférable de faire les figures proposées à la main plutôt que de manipuler la souris pour déplacer un compas virtuel. L'appropriation par l'élève de la construction et de ses propriétés en

10. Voir par exemple mes éditoriaux dans le *Bulletin Vert* de l'APMEP), notamment :
<http://www.apmep.asso.fr/spip.php?article195>
<http://www.apmep.asso.fr/spip.php?article749>

11. L'une des raisons de l'introduction des TP en mathématiques au baccalauréat S n'est-elle pas de cette ordre ?

sont alors facilitées. Ce n'est pas parce que ce genre de logiciel aide les handicapés¹² que l'outil est pertinent dans la plupart des cas. Cet argument est une justification a posteriori.

Comme pour tout outil pédagogique, il est essentiel que les réalisateurs, accompagnés d'utilisateurs critiques, évaluent la qualité intrinsèque de la production. C'est ce que j'attends comme retombée de la confrontation menée à l'occasion de cette réunion du comité scientifique des IREM.

En espérant avoir fait progresser un tant soit peu le débat.

Michel FRECHET

- Professeur agrégé de mathématiques - Participation à une expérience pédagogique sur les calculatrices HP (avec manipulation de la notation polonaise, pour les plus anciens) durant mon stage CPR en 1977-78.
- Participation à un stage informatique en 1982 (confection de petits programmes en basic avec des élèves).
- Participation à la désastreuse expérience MO5 – TO7 en 1985-86.
- Animateur de secteur depuis maintenant plus de 12 ans.
- Utilisateur des TICE, avec l'aide, notamment, du Tableau Blanc Interactif et d'une classe mobile (16 ordinateurs portables sur un chariot).

2. Contribution de Bernadette PERRIN-RIOU

Je vais essayer d'ajouter ma petite pierre à la discussion en repartant du texte de Michel Fréchet.

Examiner le pourquoi des TICE : c'est une bonne question si on rajoute "dans telle situation", car de manière générale, je pense que l'on n'y peut pas grand chose. Mais nous avons des élèves qui manient avec pas mal d'aisance les ordinateurs ; alors autant en profiter. Quand j'ai commencé à utiliser WIMS en TD, les étudiants avaient encore très peu l'habitude de l'ordinateur et on trouvait des handicapés de la souris (sans nuance péjorative), maintenant ce n'est plus le cas du tout (et s'il y en a, c'est notre mission de les habituer, car pour la plupart, ils en auront besoin dans leur métier).

Un conférencier slovène au colloque WIMS a demandé à la fin : (traduction libre) : *Mais comment se fait-il que je sois arrivé à apprendre l'algèbre linéaire avec un livre et que cela semble si difficile maintenant ?* Et en effet, les jeunes ont changé (nous aussi, d'ailleurs). On peut se demander pourquoi. Mais je ne pense pas qu'on puisse y faire grand chose, sauf essayer d'en tirer parti. Je trouve donc plus intéressante la question sous la forme : *pourquoi les TICE dans telle situation ?*

J'enseigne à l'université donc m'appuie sur cette expérience, bien que j'aie des contacts avec des enseignants du secondaire qui me racontent leurs expériences. Cela est peut-être un peu différent.

Pourquoi les TICE dans telle situation ? : en effet, toutes les situations ne sont pas identiques. Michel Fréchet en donne des exemples ; il en est d'autres plus "numériques". Je montre par exemple à mes étudiants le développement décimal d'un rationnel et de petites merveilles de ce type. Là, pouvoir afficher sur une page web en s'aidant d'un logiciel de calcul par derrière est autrement plus confortable que de faire cela sur papier ou au tableau. Avec des étudiants plus avancés, on leur fait programmer eux-mêmes, mais ce n'est pas toujours possible. On peut se référer à :

12. et c'est une très bonne chose

<http://wims.auto.u-psud.fr/wims/wims.cgi?module=U3/algo/doceuclide.fr>
(cliquer sur l'étoile pour avoir un autre exemple).

Un autre exemple : ma collègue étudie les polyèdres de Platon et autres. Elle leur fait une séance de pliage papier et arrive avec sa collection. Mais la visualisation sur ordinateur complète cela avantageusement. Consulter ici :

<http://wims.auto.u-psud.fr/wims/wims.cgi?module=tool/geometry/polyhedra.fr>
<http://wims.auto.u-psud.fr/wims/wims.cgi?module=U1/geometry/oeffpolyedsemireg.fr>

Cela c'est pour le côté : "observer, trouver des conjectures, se familiariser".

Du côté des probabilités ou statistiques, je ne sais si l'utilisation d'un tableur est adéquate ... mais il y a bien d'autres choses qui sont faisables; je vais mettre en lien des exercices qui du point de vue du français, ne sont pas encore totalement terminés mais que je trouve très intéressants et assez irréalisables autrement, faits aux Pays-Bas (la planche de Galton est plus difficile à réaliser que le lancer de dés). Consulter ici :

http://wims.auto.u-psud.fr/wims/wims.cgi?lang=fr&cmd=new&module=H4/stat/stat-1.n&subject=14&level=0&total_exos=3&rounding=-1&usage=2&taal=fr

Ou encore un exercice où, après avoir posé un QCM, on fait analyser par l'élève la série statistique formée à partir des temps qui ont été mis par l'élève pour réussir.

Et il y a plein d'autres exemples !

Michel Fréchet soulève la question : *Ordinateur ou papier et crayon ?* : la plupart du temps, mes élèves ont un papier-crayon à côté d'eux et l'utilisent. Ils passent même quelquefois plus de temps à écrire sur papier qu'à regarder l'ordinateur. Il n'y a pas d'opposition ordinateur-papier. Des enseignants m'ont dit que pour la première fois, les élèves avaient sorti un papier de brouillon en salle ordinateur, ce qu'ils avaient du mal à obtenir habituellement. Dans mon esprit, la résolution peut tout à fait se faire sur papier avec simplement validation à la fin. Pourquoi se priver de ce prolongement de nous mêmes qui est le crayon sous prétexte qu'on est devant un ordinateur ? Cela n'empêche pas que l'ordinateur a pu être utile au cours de la résolution.

Il n'y a pas que la découverte des notions, il y a aussi leur "appropriation", ce qui veut aussi dire leur automatisation (là encore, il faudrait être plus précis, car tout dépend des sujets). Et là, même si l'exercice est faisable sur papier, on a du mal à en proposer plusieurs identiques. Or, alors que certains étudiants (malheureusement peu ...) comprennent tout de suite et sont capables de refaire ou n'en ont pas besoin, d'autres ont besoin de le refaire ... et même déjà de le faire. Cela n'est pas toujours possible en salle TD, car l'étudiant ayant des difficultés sait qu'il lui suffit d'attendre pour avoir une solution ou se rend vite compte que quoiqu'il fasse, il ne trouvera pas avant la correction.

En salle d'ordinateurs, l'élève sait que, s'il attend, rien ne se passe. D'autre part, chacun va à son allure. Dans cette optique, même des exercices "traduction d'exercices papiers" peuvent être intéressants.

Je vois l'ordinateur comme un nouvel outil au même titre que les anciens (ce n'est pas pour rien que je fais 3h.30 sur 5 sans lui, ce sont les élèves qui m'ont d'ailleurs poussé à passer de 4h à 3h.30). La diversité est aussi un outil pédagogique !

Je préfère d'autre part une évaluation où l'on peut se rattraper et réessayer, qu'une évaluation après laquelle on change de sujet. Mais c'est un sujet un peu différent.

Quand les enseignants me parlent des exercices qu'ils voudraient programmer dans WIMS, ils commencent par me montrer les exercices sur papier qu'ils veulent transformer. C'est déjà un début, mais j'essaye alors de les faire réfléchir sur ce que peut apporter l'ordinateur, sur ce qu'on peut montrer ("dessiner la réponse lorsqu'elle est fautive pour faire prendre conscience de ce qui ne va pas", quelles données sont intéressantes à faire varier, quels sont les cas dégénérés). C'est toujours passionnant, pas toujours facile à trouver, mais cela permet en même temps de se poser la question de l'intérêt de l'exercice de départ.

J'ai juste une expérience de terrain et j'agis alors au "feeling". Je ne suis pas non plus dans l'institution et cela me permet aussi une liberté vis à vis des enseignants qui viennent au stage de formation qu'on propose à l'université ou vis à vis des exercices développés. Il me semble évident qu'il ne faut pas forcer les gens qui ne se sentent pas bien dans les TICE. Il arrive cependant que les "non-convaincus" soient convaincus simplement en assistant à des séances.

Ce qui me fait par contre toujours réagir est quand les collègues commencent à se lamenter : "ils ne savent même pas faire cela" sans leur donner les moyens de le revoir ou de l'apprendre ! J'utilise peut-être personnellement les TICE en TD car je ne saurais pas intéresser mes élèves autrement ! Qu'importe ! le principal est qu'ils accrochent, quelle que soit la manière qu'on a.

Mais pour que certains puissent utiliser ces outils, il faut que d'autres les développent ; les équipes Wims y contribuent comme celles de Sésamath ; nous attendons de la part de nos collègues un regard critique, sans complaisance ni parti-pris.

Bernadette PERRIN-RIOU

Présidente de l'association WIMS EDU

3. Contribution de Jean-Philippe VANROYEN

Je voudrais répondre à quelques questions posées par Michel Fréchet et préciser quelques points qui me semblent importants.

Michel Fréchet écrit : *Je milite depuis très longtemps pour que chaque enseignant soit libre de ses méthodes pédagogiques ; c'est à lui de choisir celle qui paraît la plus pertinente pour chaque notion et avec laquelle il se sent le plus à l'aise.* Nous partageons entièrement ce point de vue. D'ailleurs, personne ne force, d'une quelconque façon, un collègue à utiliser une ressource dans Sésamath. Il le fait en conscience. Et le respect que nous avons pour nos collègues nous pousse à croire qu'il le fait aussi avec discernement.

Le succès n'est aucunement un gage de qualité. Pour autant, il y aurait sans doute matière à se réjouir du fait que Sésamath rencontre un fort succès d'estime auprès des collègues mais aussi et de plus en plus massivement, directement auprès des élèves et des familles. A une époque de désaffection des filières scientifiques, d'abattement des collègues face aux conditions de travail... à une époque aussi où plus que jamais les mathématiques sont associées à l'idée de sélection, de cours particuliers... il n'est pas anodin de susciter de l'intérêt et même parfois de la passion, et d'associer les mathématiques à des valeurs de solidarité, d'échange et de partage.

A propos de la géométrie aux instruments virtuels ("Instrumenpoche"), Michel Fréchet affirme : *Il est préférable de faire les figures proposées à la main plutôt que de manipuler la souris pour déplacer un compas virtuel,* affirmation qui suit immédiatement une autre affirmation selon laquelle,

dans Mathenpoche, la forme prend souvent le pas sur le fond et en précède une relative à l'emploi de Mathenpoche par des enfants handicapés. Je souhaite ici réfuter ces affirmations.

Instrumenpoche est utilisé par des enfants handicapés, et à ce que je sache, personne n'a jamais prétendu que cela constituait un argument pour la pertinence de l'utilisation de cet outil. Si nous en parlons volontiers, c'est parce que nous sommes enthousiastes. C'est d'ailleurs cet enthousiasme qui nous porte, depuis le début.

Au départ, il s'agissait de proposer une correction animée dans Mathenpoche, puis très rapidement de fournir à l'élève cet instrument virtuel nécessaire à la résolution de quelques exercices de Mathenpoche. Puis Instrumenpoche est devenu autonome. Autonome, il permet d'enregistrer des constructions puis de les vidéoprojeter en classe, utilisation qui a largement fait ses preuves. Plus-tard, nous avons réalisé qu'Instrumenpoche pouvait être utilisé par les enfants handicapés. Voilà donc un outil extrêmement original et spécifique qui est né dans la tête d'un des développeurs de Mep et qui, avec le temps, s'est découvert des vocations que l'on n'aurait jamais imaginées au début. Je trouve cet aspect passionnant et quand nous réalisons en outre que des enfants handicapés peuvent manipuler des instruments de géométrie... alors nous trouvons tout simplement ça formidable et motivant !

Certes les lignes qui précèdent ne constituent pas un argument scientifique en faveur d'une éventuelle "qualité intrinsèque" de l'outil. Or Michel Fréchet écrit, toujours à propos de l'avantage qu'il voit aux "figures à la main" par rapport au "compas virtuel" : *L'appropriation par l'élève de la construction et de ses propriétés en sont alors facilitée* ; cela ne constitue en aucun cas un argument scientifique non plus. Et je le dis en toute honnêteté dans la mesure où, selon moi, il n'est pas évident que seule la manipulation directe suffise. Bien des élèves éprouvent des difficultés dans l'utilisation des outils de géométrie alors même que nous travaillons sérieusement en classe ces manipulations. En outre, nous savons qu'il y a des cas où la manipulation directe n'apporte pas grand chose comme par exemple certains casse-têtes chinois : on manipule , on finit par trouver la bonne séquence, on répète et pourtant il arrive que l'on ne comprenne toujours pas. Personnellement je me pose beaucoup de questions sur ce sujet, questions dont je ne prétends pas connaître les réponses. Dans cette optique, peut-être qu'Instrumenpoche peut apporter quelque chose.

Lors du dernier colloque DIDIREM (4 au 6 septembre 2008), auquel Sésamath participait, avec trois de ses membres, nous avons appris qu'une recherche en didactique prenait en compte l'utilisation d'Instrumenpoche, à la liaison entre l'école et le collège. Les arguments scientifiques sont peut-être à attendre des scientifiques qui travaillent sur les questions d'enseignement. En tous cas, depuis sa création, Sésamath cherche à développer de multiples partenariats avec les chercheurs : c'était déjà cette motivation qui était à l'oeuvre pour la création d'une commission inter-irem autour de Mathenpoche et qui a donné lieu à la publication de travaux de recherche (notamment par l'équipe de Ghislaine Gueudet).

J'ai programmé Tracenpoche, avec un ami de longue date. C'est un logiciel de géométrie dynamique dont une des particularités est le vis à vis figure-script qui interagissent parfaitement. Cette particularité fut inscrite dans le cahier des charges initial. Nous pensons qu'elle possède de nombreuses vertus pédagogiques. Dans la revue en ligne Mathematice, j'ai écrit un article sur ce sujet, qui constitue une analyse de la qualité intrinsèque de cet outil :

Voir : <http://revue.Sésamath.net/spip.php?article41> .

Certes on peut ne pas être d'accord, mais on ne peut nier la réflexion transversale qui accompagne

le lent essor de cet outil. Et cette réflexion existe aussi pour Instrumenpoche. Quand on considère ce qui précède, il me semble difficile de craindre que Sésamath privilégie la forme sur le fond.

Favoriser la réflexion pédagogique constitue un objectif majeur sur lequel nous travaillons depuis longtemps. L'écriture des manuels a favorisé la réflexion pédagogique, dans un cercle restreint il est vrai, dans la mesure où il ne concerne que les auteurs. La scénarisation des exercices de Mep, l'utilisation avisée de Mep Réseau, favorisent également la réflexion pédagogique. Cette dernière existe donc mais est délimitée dans un cercle privé puisqu'il regroupe essentiellement les créateurs de ressources. Ce n'est certes pas suffisant mais c'est un début. Il est vrai que, pour qui se connecte et télécharge quelques ressources afin de les utiliser telles quelles en classe, sans réfléchir, alors il n'y a pas de réflexion pédagogique. Cela n'implique pas non plus pour autant que le site ne la favorise pas. Considérez un excellent manuel, mais utilisé au hasard : il n'induit pas de réflexion pédagogique, et pourtant on ne peut pas incriminer ce manuel ! Cela dit, nous sommes conscients de ce travers et oeuvrons pour favoriser le plus possible ces réflexions pédagogiques en réfléchissant aux moyens nécessaires pour y parvenir. Nous pensons que, dans une large mesure, Sesaprof pourra constituer une des clefs (c'est précisément un des objectifs de Sesaprof).

Je précise que, à propos du manuel, nous ne confondons pas son éventuel succès éditorial avec sa qualité pédagogique, bien que l'idée que des milliers de collègues l'aient choisi me fait penser qu'il ne doit pas être si mauvais ! Quant à son écriture, il n'y a pas seulement une équipe qui phosphore. C'est bien plus que ça. C'est la mise en oeuvre d'un travail collaboratif qui fédère une centaine d'auteurs. Ce n'est pas un gage de qualité pédagogique me direz-vous ? Peut-être. Mais nous pensons que dans cette écriture collaborative se trouvent sans doute les germes d'un manuel de qualité. En tout cas c'est notre pari.

Plus généralement, Sésamath s'intéresse beaucoup à la question du travail collaboratif. Un colloque sur ce thème se tient d'ailleurs le mercredi 24 Septembre, à l'ENS, en co-organisation avec deux autres associations d'enseignants en lettre et en Histoire-géographie (ouvrant au passage des pistes intéressantes d'échanges entre disciplines) et l'INRP : voir : <http://eductice.inrp.fr/EducTice/parteneriats/journeeTCol/>

Jean-Philippe VANROYEN

Président de Sésamath

4. Réponses de Michel FRECHETt

Le projet WIMS permet aux élèves de travailler seuls et de s'autoévaluer. C'est ce que je fais avec mes élèves lorsque que je leur fournis wxMaxima, un logiciel de calcul formel libre et gratuit. Ils peuvent ainsi vérifier la validité de leurs calculs.

Je suis d'accord avec Jean-Philippe Vanroyen quand il écrit : *Personne ne force, d'une quelconque façon, un collègue à utiliser une ressource dans Sésamath ; il le fait en conscience et le respect que nous avons pour nos collègues nous pousse à croire qu'il le fait aussi avec discernement..* Je réagissais en songeant aux collègues qui pensent que hors les TICE point de salut. Je renvoie ici à ma note en bas de page concernant mes éditoriaux, quand j'étais président de l'APMEP, relatifs à l'introduction des TP en maths au bac S. Ma réflexion portait sur les TICE en général, qui ne se résument pas à Sésamath.

Pour nourrir le débat sur les instruments géométriques traditionnels (règle, compas, équerre, rapporteur) ou virtuels, je conseille la lecture d'auteurs comme Piaget ou Freinet. Ils ont montré

notamment que l'enfant s'approprié le savoir en manipulant les objets de son environnement. Mettre un intermédiaire (informatique ici) entre le cercle tracé par le compas et la main de l'élève ne me paraît pas aller dans le bon sens.

J'attends avec impatience les conclusions des recherches en didactique citées par Jean-Philippe Vanroyen dans son évocation du colloque Didirem de septembre 2008. Aux analyses des qualités des outils actuellement réalisés, telles que celle publiée dans *Mathematice* par Jean-Philippe Vanroyen lui-même à propos de Tracenpoche, s'ajouteraient alors des regards extérieurs, gages d'objectivité scientifique.