

L'ordinateur, outil d'apprentissage ?

Bernard Erre

► **To cite this version:**

Bernard Erre. L'ordinateur, outil d'apprentissage ?. Lagrange J.B.
al. (eds). Jun 2003, Reims, France. 2003. <edutice-00001345>

HAL Id: edutice-00001345

<https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00001345>

Submitted on 11 Jan 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'ordinateur, outil d'apprentissage ?

Par ERRE Bernard

1. Introduction :

Cette contribution a pour origine l'IREM de la Réunion où son auteur anime un atelier de recherche en mathématique et informatique. Toutefois, elle n'engage que son auteur.

Sur le site de l'IREM de La Réunion, directement, ou bien par le portail des IREM, vous trouverez différents travaux ayant trait à cette communication. En particulier, vous trouverez sur ce site toutes les fiches dont il sera question ici. Pour plus de détails, d'autres renseignements, vous pouvez me contacter à mon adresse personnelle : berreza@wanadoo.fr

Les TICE sont partout, il ne s'agit pas ici de les promouvoir. Elles sont citées dans les documents ministériels, dans les consignes inspectorales, dans les programmes... Les enseignants sont donc censés les utiliser. Mais nous avons voulu savoir ce qu'il en est **exactement, sur le terrain**, loin des discours, officiels ou pas. Pour cela, une micro-enquête a été menée auprès d'enseignants à La Réunion ou en métropole. Nous vous présenterons quelques résultats en rapport avec l'objet de cette communication.

Puis nous présenterons certaines façons d'utiliser l'ordinateur pour l'enseignement des mathématiques et étudierons la possibilité de dépasser l'usage d'un simple outil d'illustrations pour arriver à celui d'un réel outil d'apprentissage.

Enfin, nous aborderons le problème des évaluations en mathématiques avec l'ordinateur. Après un témoignage d'expériences menées en classe de seconde de lycée, nous ferons part des nombreuses questions en suspens que ce type d'évaluations pose : faisabilités matérielles et pédagogiques (notamment les compétences mises en jeu) et tenterons d'y apporter quelques ébauches de réponses.

2. Essai d'un état des lieux sur les pratiques enseignantes :

2.1. Micro enquête :

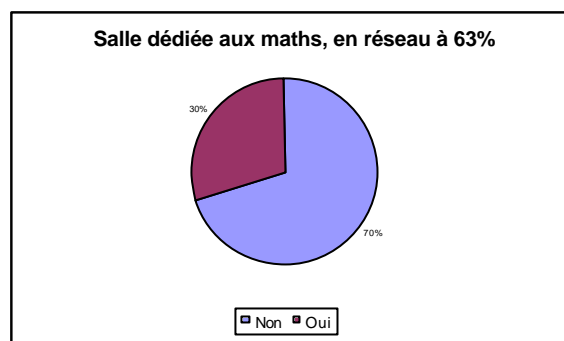
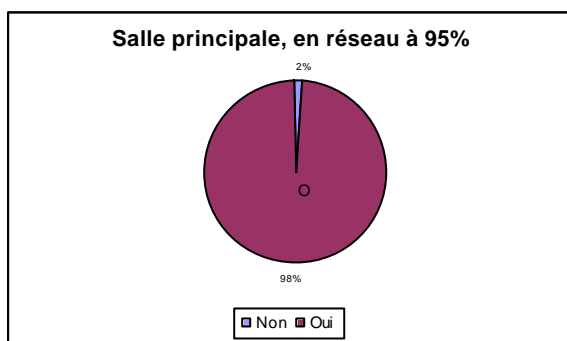
Elle a été conduite par Internet, ce qui a déjà sélectionné les réponses parmi les enseignants qui sont soit simplement favorables, soit utilisateurs des TICE en classe. Les résultats sont donc faussés, mais nous avons pu en tirer quelques enseignements.

2.2. Présentation des résultats :

Nous avons eu environ 22% de réponses parmi les enseignants de mathématiques ayant donné leur adresse électronique à RUNSOURCE. Les réponses émanaient pour moitié d'enseignants de collège, pour moitié d'enseignants de lycée.

Voici quelques résultats qui nous intéressent ici :

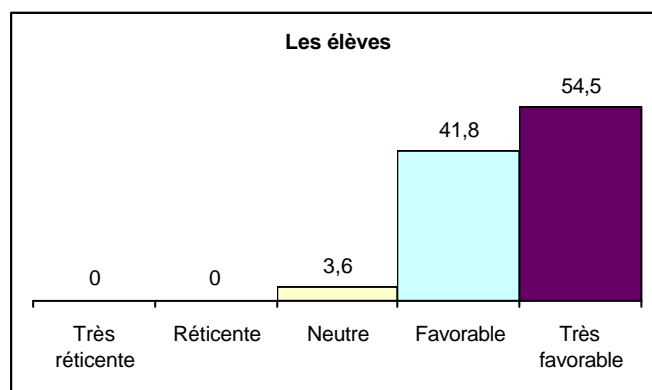
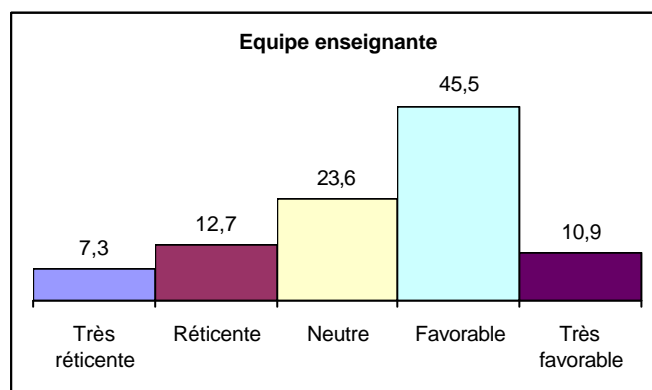
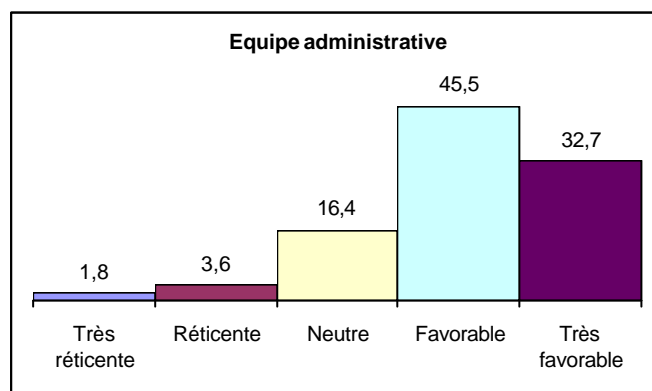
Les équipements :



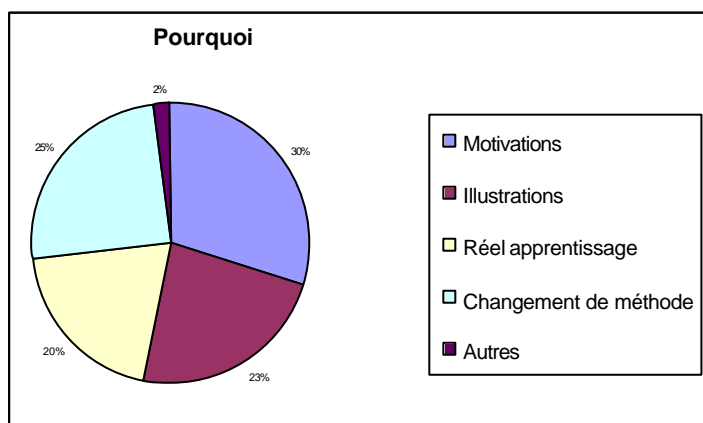
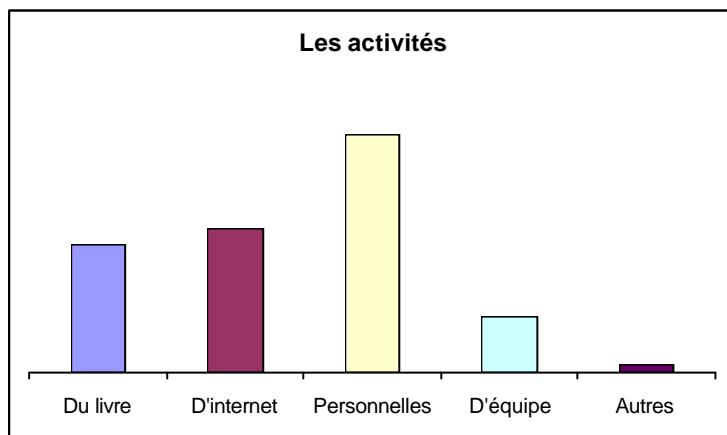
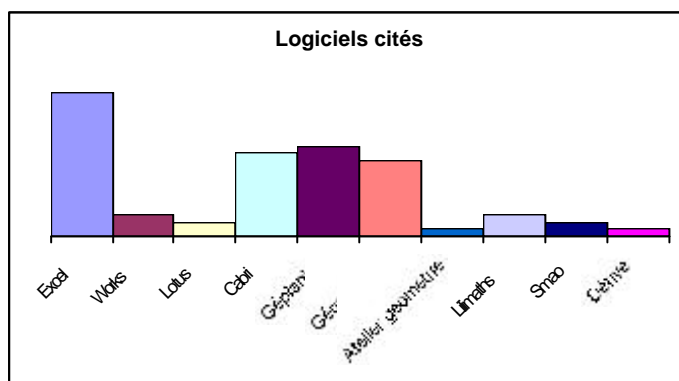
Le nombre moyen de postes est, respectivement, de 17 et de 13.

Dans les établissements, pour l'informatique, il y a une personne ressource dans 78% des cas, mais cette personne ressource est enseignante de mathématiques dans 49% des cas seulement.

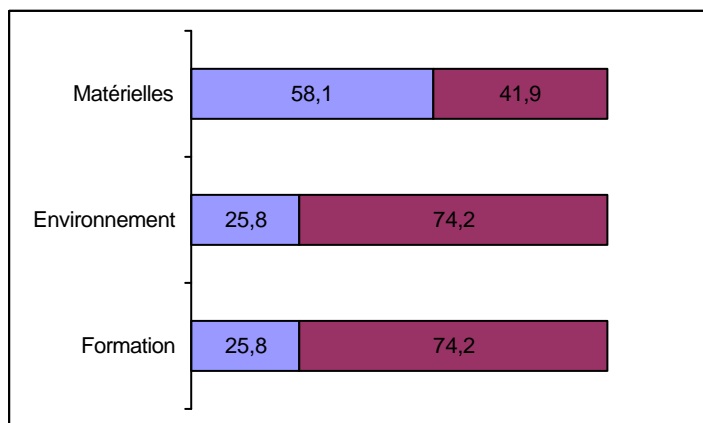
Les personnes :



Comment ?



Les attentes :



3. Analyse succincte de la situation française :

3.1. Exemples de contenus de programmes :

3.1.1. Classes Scientifiques :

Nous lisons dans le document d'accompagnement du Ministère (le soulignement est personnel) :

Comme pour les classes de niveaux précédents, les TICE s'inscrivent de manière naturelle dans les programmes de la série Scientifique et trouvent leur place dans chaque chapitre. Il est en particulier rappelé que les mathématiques sont un outil de modélisation et de calcul. Les élèves qui suivront le programme de terminale ont grandi dans un environnement technologique.

L'impact sur la pédagogie des mathématiques est considérable, compte tenu des outils informatiques et des calculatrices existantes.

.....

L'utilisation de logiciels requiert des connaissances et des compétences mathématiques que cette utilisation contribue en retour à développer : tant sur le calcul algébrique, sur les fonctions que sur la géométrie. Le programme insiste pour que cet aspect du lien entre mathématique et informatique soit travaillé à tous les niveaux; il ne s'agit pas d'apprendre à devenir expert dans l'utilisation de tel ou tel logiciel, mais de connaître la nature des questions susceptibles d'être illustrées ou résolues grâce à l'ordinateur ou la calculatrice et de savoir comment analyser les réponses fournies; l'élève doit apprendre à situer et intégrer l'usage des outils informatiques dans une démarche proprement mathématique.

***Apports des outils logiciels :** L'évolution des outils disponibles pour faire des mathématiques s'est toujours accompagnée d'une évolution des approches et des pratiques. L'informatique change qualitativement et quantitativement les possibilités de calculs exacts (calcul formel) ou approchés, permet des approches nouvelles de problèmes classiques et ouvre le champ à de nouveaux problèmes; il est nécessaire de revisiter l'enseignement des mathématiques à la lumière des immenses possibilités offertes (logiciels de géométrie, de calcul formel, tableur, traceur, ...); l'usage éclairé d'outils informatiques est donc recommandé dans chaque chapitre du programme.*

***Modalités de mise en œuvre :** Le programme ne fixe pas de répartition entre différentes modalités qui doivent toutes être présentes: activités des élèves sur ordinateur ou sur calculatrices programmables graphiques, travail de la classe entière (ou d'un groupe) utilisant un ordinateur muni d'un dispositif de visualisation collective. Il convient en ce domaine que les professeurs déterminent en chaque circonstance la stratégie d'utilisation la plus adaptée .*

3.1.2. Terminales scientifiques :

Le nouveau programme de Terminale S mis en œuvre à la rentrée scolaire de septembre 2002 fait souvent référence aux TICE, mais pour un usage précis : des illustrations, la présentation d'expériences : « *En classe, l'ordinateur sera une aide pour l'enseignant pour visualiser une figure, une courbe ou un tableau de valeurs par exemple. Il permet de montrer des figures ou des courbes plus précises et de meilleure qualité, des tableaux plus complets* ». Les verbes employés désignent des actions de l'enseignant, les activités des élèves ne sont pas vraiment explicitées. De fait, il y a unanimité parmi les enseignants : pas le temps de faire de la recherche, de la formation ou des démonstrations avec l'ordinateur ! Nous en concluons, peut-être un peu rapidement, qu'il s'agit, pour l'élève, d'avoir une attitude passive et que la seule activité qui lui est offerte, c'est d'observer ou de presser des boutons ? !

Cependant :

3.2. Consignes ministérielles et inspectoriales :

Dans le même document d'accompagnement, nous trouvons aussi :

Les professeurs de mathématiques ont pour mission d'intégrer les TICE dans leur enseignement, en les utilisant de manière raisonnée. Ils ne peuvent les utiliser tout le temps. Ils doivent savoir dans quelles circonstances la calculatrice ou l'ordinateur sont des outils pertinents et pourquoi, dans une séquence donnée, les TICE représentent un apport pédagogique substantiel.

...

Des documents seront mis à la disposition des enseignants, comme aide pour construire des séquences appropriées.

...

Modalité d'utilisation des TICE : *Plusieurs stratégies d'utilisation des TICE sont possibles et trouvent leur pertinence suivant la nature de la séquence d'enseignement :*

- *L'utilisation d'une calculatrice est permanente, individuelle et facile. La calculatrice trouve sa place dans de nombreuses occasions puisqu'elle est, pour l'élève, à la fois un outil de calcul, de vérification et de conjecture.*
- *L'ordinateur est utilisé soit dans une salle informatique, soit dans la classe.*
- *Dans une salle informatique, les élèves travailleront seuls ou en groupe pour, par exemple, rechercher des exercices s'inscrivant dans une progression conduite par l'enseignant, ce qui ne doit pas occulter l'usage du « papier-crayon » qui seul garantit un travail organisé autour de l'ordinateur.*

De plus, suivant les instructions de l'Inspection Générale de Mathématiques, les Inspecteurs Pédagogiques Régionaux – Inspecteurs d'Académie doivent, dans leurs visites aux enseignants, tenir compte de l'usage (ou pas) de l'informatique qui est fait par ces derniers.

3.3. Conclusions :

Dans tous ces commentaires, nous manquons cruellement de définitions : qu'est-ce qui est raisonnable (ou déraisonnable ?), qu'entend-on par intégration des outils informatiques...

Nous constatons effectivement, à l'usage, que toutes les parties des mathématiques ne se prêtent pas forcément à l'emploi de l'ordinateur, surtout si nous gardons un regard lucide et critique sur cet outil : ne pas faire de la technique pour la technique et occulter le papier-crayon (au nom d'un certain modernisme ?) ou trop chercher à « faire du beau » (pour montrer ses capacités techniques ?).

Nous recherchons à utiliser l'ordinateur comme **outil d'apprentissage** et pas exclusivement d'illustration. Nous nous sommes, en particulier, éloignés de ce que l'on appelle des « exercices », les quasiment seuls présents sur le marché commercial, curieusement.

4. Compte rendu d'expériences globales :

4.1. La situation :

4.1.1. Remarque : Nous avons centré cette communication sur des expérimentations menées en classe de seconde de lycée français. Il s'agit d'un moment de ruptures pour l'élève : rupture géographique en changeant d'établissement (du collège vers le lycée), rupture pédagogique (exigence, autonomie,...), pour ne parler que celles liées à la scolarité. Ces ruptures sont très majoritairement ressenties comme traumatisantes.

C'est pourtant à ce niveau-là que nous avons fait porter nos innovations : élèves plus réceptifs, sélectionnés à la fin du collège, mais surtout parce que le programme officiel de cette classe le permet encore. Ce qui ne sera plus le cas en première (contenus « lourds » à enseigner) ni en terminale (avec l'examen de fin d'année).

4.1.2. Le programme de la classe de seconde :

Il s'articule, à peu près, autour de 12 grands axes (à peu près les chapitres du livre en usage dans notre établissement !) :

- **Statistiques descriptives.**
- **Statistiques expérimentales.**
- Outils de calcul pour la seconde.
- Les nombres.
- **Notion de fonction.**
- **Fonctions affines.**
- Autres fonctions.
- **Outils de géométrie.**
- **Géométrie dans l'espace.**
- Triangles semblables.
- Vecteurs et repérages.
- Equations de droites et systèmes.

Nous avons mis en évidence les chapitres qui, selon nous, se prêtent le mieux à l'usage de l'informatique, ce que nous avons mis en pratique. A cela il faut ajouter une nouveauté que sont les thèmes, peu abordés par l'ensemble des enseignants, semble-t-il, mais se prêtant bien à l'emploi de l'informatique.

4.1.3. Particularités :

L'emploi du temps officiel des classes de seconde nous donne deux avantages :

- L'heure d' «Aide Individualisée » qui est conçue pour effectuer, avec un petit nombre d'élèves, des remédiations. Le mot lui-même suppose un changement de méthode et pourquoi pas un changement de cadre : l'occasion d'aller dans la salle informatique. Nous reconnaissons et regrettons de ne pas avoir encore eu le temps d'approfondir cet aspect de l'usage de l'informatique en mathématiques.
- L'heure des modules, « espace de liberté » tel qu'il était annoncé dans les programmes officiels lors de son apparition. Son principal avantage réside dans le fait que les classes sont officiellement dédoublées. Nous l'utilisons de façon continue pour l'informatique : chaque élève a passé ses heures de module devant l'ordinateur.

4.1.4. Pourquoi de façon continue ?

Nous développerons au paragraphe suivant différentes façons d'utiliser l'informatique en classe de mathématiques que l'on peut concevoir. Nous tentons de l'utiliser comme un réel outil d'apprentissage, ce qui, pour nous, impose de s'inscrire dans la durée, notamment sur l'année scolaire entière. A titre d'exemple, nos élèves sont, durant leur classe de seconde, environ 30 heures en salle informatique, à deux devant une machine. Vous trouverez, sur le site Internet de la Réunion, un exemple de progression du programme pour l'année scolaire en association avec l'usage des fiches pédagogiques que nous avons conçues.

Pour nous, une utilisation discontinue ou ponctuelle de l'outil informatique s'apparente à une sortie scolaire. Visiter une fois un musée (retour vers le passé ?) ou aller un jour dans la salle informatique (retour vers le futur ?) c'est la même chose, on ne peut pas avec un tel usage qualifier le musée ou l'ordinateur d'outil d'apprentissage !

Alors

4.2. Pourquoi faire de l'informatique en mathématique ?

L'utilisation des TICE (au sens large) offre diverses possibilités suivant les objets d'apprentissage :

4.2.1. Se représenter les objets mathématiques :

Il peut s'agir d'une illustration d'une partie de cours par exemple. Cela est important dans beaucoup de situations, et l'on en trouve une grande quantité sur Internet mais pour beaucoup d'entre elles nous avons du mal à trouver une autre activité que de « Presse bouton » ! En effet, il semble bien que ce type de présentation débouche rarement sur un réel processus d'apprentissage, pour différentes raisons semble-t-il, la plus importante restant sans doute le temps qu'une telle activité prendrait (appropriation du problème et surtout du logiciel, recherche d'une solution...).

Toutefois, il est une situation qui se prête beaucoup à ce type d'usage, de façon très pertinente : c'est la géométrie dans l'espace. Nous vous proposerons un exemple avec le logiciel GéospacW.

4.2.2. Présenter une situation, découvrir des propriétés :

Si le point de départ reste très souvent une illustration, il s'agit ici de poursuivre avec des activités qui sont celles d'une réelle situation d'apprentissage. Nous sommes alors en présence d'un outil de conjecture : l'élève peut émettre des hypothèses, faire des essais pour proposer une solution qui sera ensuite démontrée (par exemple en géométrie).

Un domaine par excellence de ce type d'utilisation se trouve dans les lieux géométriques ! Nous vous proposerons plusieurs exemples avec le logiciel GéoplanW.

4.2.3. Se consacrer aux démarches :

L'ordinateur est alors un outil de calcul : les obstacles calculatoires lors de la résolution d'une question de mathématiques peuvent être levés et l'élève peut alors se centrer sur l'objet d'apprentissage qui est en jeu. Il s'agit alors de déléguer les calculs au logiciel. Le logiciel type qui permet cette démarche est « Dérive » qui est maintenant présent dans la plupart des calculatrices de nos élèves de terminale !

Exemples : Calculs de dérivées, résolution d'équations...

Dans le même ordre d'usage, la machine est aussi un outil de vérification : l'élève peut gagner en autonomie si la calculatrice (par exemple) lui donne la confirmation d'un résultat qu'il a obtenu et justifié. Il est à noter aussi que l'informatique, sanctionnant immédiatement et visiblement les fautes de syntaxe, contribue à former à l'esprit de rigueur, notamment dans la manipulation des objets traités (nombres, variables, figures géométriques).

4.2.4. Relier différents aspects d'un même concept ou problème :

L'ordinateur permet d'utiliser simultanément les aspects géométriques, algébriques, graphiques d'un même problème. Un logiciel tel que GéoplanW permet ces associations sur une même figure. Nous vous proposerons plusieurs exemples. Il permet aussi d'associer deux figures différentes, importatrice-exportatrice, pour mieux différencier ou situer les domaines de recherche.

4.3. Comment faire de l'informatique ?

La démarche que nous avons choisie est celle de l'utilisation de fiches dites « pédagogiques ». C'est un choix, comme un autre. Nous ne prétendons pas à l'exclusivité ni avoir trouvé la panacée pour les difficultés d'apprentissage des mathématiques. Ses inconvénients sont apparents :

- Un certain manque de créativité, voire d'autonomie de l'élève.
- Des applications qui restent encore fermées.
- Un gros travail préparatoire pour l'enseignant.
- Des difficultés à maintenir une certaine cohérence entre les séances, entre les fiches.

Mais nous y avons trouvé d'indéniables avantages :

- Des motivations déjà importantes accentuées par l'acquisition de documents personnels.
- Un enseignement dispensé à chaque élève plus uniforme.
- Des contraintes plus fortes pour les élèves : de concentrations (non tolérance de la machine), de lecture des consignes, d'écriture (compte-rendu)....
- Création d'un référentiel (le cahier d'informatique) avec sa portabilité aux années suivantes pour l'élève.
- Echanges entre professeurs sur des bases claires (grâce à la trace écrite) et là aussi portabilité aux années suivantes.
- Une plus grande facilité pour enseigner (le professeur a plus de temps de présence auprès des élèves).
- Possibilités de suivi des travaux des élèves et donc d'évaluation formative.
- Possibilités de comparaison des travaux des élèves et donc d'évaluation sommative.

Mais l'objectif principal de ces fiches est de mettre à la disposition des enseignants (nouveaux ou anciens) des applications en mathématique-informatique directement investissables en classe, après une appropriation des plus simples et/ou des modifications personnelles. Certains collègues appellent cela un « livre virtuel d'auteur »¹.

Pour une diffusion la plus large possible, les logiciels utilisés sont parmi les plus courants et par souci de cohérence et de lisibilité, ces fiches se présentent toutes sous la même forme.

Nous introduisons, à chaque fiche, un volet « Compte-rendu » pour ne surtout pas oublier le papier-crayon (qui seul garantit un travail organisé autour de l'ordinateur, dicit le document du ministère) et pour ne pas trop se démarquer des habitudes ou savoir faire traditionnels. Nous y incluons aussi, de plus en plus, une partie « Evaluation », qui, elle, est beaucoup plus difficile à mettre en œuvre car elle soulève de nombreuses questions.

5. Le problème des évaluations :

5.1. Pourquoi évaluer ?

Parce que tout processus d'apprentissage implique une évaluation. Comment savoir, sinon, si l'outil est connu, maîtrisé, employé à bon escient ? Evaluations essentiellement formatives mais au final évaluation sommative pour aboutir ne serait-ce qu'à une note et, si l'on en croit les habitudes, françaises en particulier, prochainement à une certification.

Si l'on conçoit l'outil informatique comme un simple outil d'illustration, de visualisation, l'évaluation n'a pas vraiment lieu d'être. Par contre, s'il est pris comme outil d'apprentissage, ce qui reste notre choix, répétons-le, l'évaluation est non seulement pertinente mais nécessaire. Nous ne parlons pas ici d'applications telles que des exercices avec des évaluations sous forme de QCM par exemple et toujours très fermées. Mais :

5.2. Tout est-il évaluable avec l'informatique ?

Nous avons souligné au paragraphe 4.1.2. les parties du programme de seconde qui se prêtent le mieux à l'outil informatique et donc à une évaluation.

A notre connaissance, tout ou presque semble être à créer dans ce domaine. Les recherches semblent dispersées, sans liens entre elles. Il me semble donc très important, dans ce colloque en particulier, d'établir le plus de contacts possibles entre les personnes intéressées afin d'aboutir à une démarche plus objective, plus large, bref à un consensus sur l'évaluation en mathématiques par l'informatique. A commencer par déterminer ce qu'il est pertinent d'évaluer !

¹ De Sébastien HACHE in bulletin APMEP n°440 (mai-juin 2002) p. 375 et le site « mutualiste » : <http://www.mathsenligne.com>

5.3. Mais évaluer comment?

Dans ce que nous avons expérimenté, beaucoup de difficultés sont apparues, de différents ordres :

5.3.1. Cadre matériel :

Il y a les pannes, qui sont ressenties comme particulièrement injustes de la part des élèves, beaucoup plus que lors d'une panne de calculatrice... qui s'emprunte elle !

D'autre part, les différents ordinateurs ont-ils bien la même configuration? Les mêmes fonctionnalités? Des changements importants peuvent apparaître dus soit à des collègues qui travaillent suivant une configuration précise, soit à des élèves qui «trafiquent» la machine.

La mise en réseau des ordinateurs reste une option intéressante, mais attention là aussi aux pannes (plus difficiles à réparer). Dans cette configuration, il y a le problème des impressions (gestion du temps et avec une seule machine risque de bourrage !) et celui des sauvegardes.

5.3.2. L'épreuve elle-même :

Nous avons l'habitude des contrôles, examens stricts, avec une surveillance importante pour éviter les échanges. Dans la salle d'informatique, il faut changer ses habitudes ! Un coup d'œil sur l'écran du voisin, même éloigné, donne une très bonne indication du travail demandé ! Plutôt que d'attendre une utopique organisation façon laboratoire de langues, avec des cabines isolées, nous pensons qu'il vaut mieux s'orienter vers des évaluations différentes, comme les pratiquent certains pays (anglo-saxons en particulier) : privilégier la motivation, la participation, l'efficacité... au lieu du résultat brut et exact. Mais la remise en question n'est pas simple et de nouvelles façons d'évaluer sont sans doute à inventer.

Quelle forme peut prendre une telle évaluation : comptes rendus papier-crayon? sur fichiers informatiques? Comment noter?

5.3.3. Sur le fond :

Là réside la difficulté essentielle : qu'est que l'on évalue? Des compétences mathématiques? Des compétences informatiques? Comment différencier les deux? Dans une évaluation avec un ordinateur, quelle est la part des unes, des autres? C'est aussi pour aborder ces questions devant des cas précis, et tenter d'y trouver un début de réponse, que nous vous proposons un atelier. Nous l'envisageons sous la forme suivante : choix de fiches proposées sur différents thèmes mathématiques, appropriation, étude d'une évaluation ou proposition d'une autre, analyses de l'évaluation par d'autres groupes. L'objectif étant d'arriver à cerner la pertinence d'une telle évaluation, à travers ses questions, ses réponses attendues et leurs places dans l'enseignement et la progression de l'élève en mathématiques.

Et puis, pour tenter d'aller encore plus loin, nous poserons la question : Des examens sont-ils envisageables sous cette forme? Dans l'enseignement français, en classe de première Littéraire, le programme est centré sur l'informatique. De fait, l'enseignement est fait en grande partie avec les ordinateurs, mais l'épreuve finale, notée et intervenant dans l'obtention du baccalauréat (ce qui n'est pas rien!) se fait de façon traditionnelle, sur papier-crayon et avec calculatrice. Cette situation peut-elle durer? N'enseignant pas à ce niveau, nous ne développerons pas ce sujet, en espérant que d'autres collègues le feront. Mais le problème du passage d'examens ou de contrôles avec non plus une calculatrice mais un ordinateur se pose. L'enseignement supérieur peut peut-être nous apporter une réponse.

6. Ce que cela induit :

6.1. Une organisation matérielle certaine :

Nous vous proposerons une approche des problèmes liés à l'utilisation de l'informatique en classe de mathématiques telle que nous la concevons.

6.2. Une certaine organisation humaine dans les établissements :

Outre, bien sûr, des enseignants motivés, nous avons pu mesurer combien la présence d'une personne ressource, disponible, est essentielle. Pour le matériel en premier. Pour les logiciels de mathématiques et leurs applications ensuite.

Au-delà, on peut souhaiter l'existence d'un comité «virtuel» contenant des personnes ressources pouvant débloquent certaines situations techniques simples et/ou proposer des applications «à la demande». Nous n'aborderons pas ici les problèmes «politiques»: statuts de ces personnes, rémunérations, ...

6.3. Une certaine formation:

L'institution scolaire exige un niveau académique «uniforme» pour ses enseignants. La disparité apparaît déjà dans les formations (initiales ou continues) à dominante pédagogique. Mais que dire alors des formations en informatique!

Il est urgent, pour les décideurs, de mettre en place une réelle formation de base, uniforme, égalitaire, pour les enseignants en situation notamment, et ne pas attendre le renouvellement des générations! Pour les nouveaux enseignants, une formation initiale est maintenant mise en œuvre de façon quasiment systématique. Est-elle uniforme? Y a-t-il un suivi de cette formation?

Si l'on en croit l'évolution de l'usage de l'informatique en classe ces dernières années, le problème des évaluations se pose d'ores et déjà. Et il n'y a sans doute pas loin à parier que celui des examens aussi. Va donc se poser, de façon cruciale, l'uniformité de ces évaluations (dans le fond et dans la forme) et il serait bon que l'on y songe dès maintenant.

7. Conclusion:

7.1. L'outil informatique offre des perspectives importantes.

Sans doute plus que la télévision et le magnétoscope en leur temps.

Mais il ne nous donnera que ce que nous lui aurons «mis dedans»! Le travail à faire est encore énorme et, à notre avis, certaines précautions sont à prendre si l'on ne veut pas risquer l'inutilité ou l'implosion:

7.2. Ne pas faire de la technique pour la technique et occulter le volet apprentissage.

Au contraire, «coller» au maximum aux apprentissages traditionnels. D'où le cahier d'informatique (équivalent du livre) et l'alternance papier-crayon et machine.

7.3. Aborder franchement la partie évaluation avec l'ordinateur, dans le fond et dans la forme.

Cela nécessite une recherche importante par tous les gens concernés: nous n'en sommes qu'aux balbutiements!

7.4. Nécessité de fédérer les synergies.

Ce qui est, dans certaines institutions, en train de se mettre en place.

Mais aussi de faire un «tri» (dont les critères sont à discuter!) dans la pléthore de documents «en ligne» existant actuellement.

J'avoue être découragé à chaque recherche sur le Web tellement il y a de fichiers et devant leur disparité!

Bref, le travail ne manque pas!