

Utilisation des TIC par des professeurs de mathématiques de collège : discours et représentations

Juliana Darricarrère et Eric Bruillard¹
UMR STEF (ENS Cachan, INRP)

Résumé : Cet article vise à comprendre et à interpréter les points de vue et les « représentations » de professeurs « ordinaires » de mathématiques exerçant en collège à partir d'entretiens sur leur usage professionnel des TIC (6 personnes, deux collèges, un public et un privé). Si tous utilisent les technologies pour préparer leurs cours, les utilisations face aux élèves sont plus rares et par les élèves prescrites par les enseignants encore plus rares. Prédominant le travail avec les logiciels bureautiques (traitement de texte et tableur) et les utilisations de logiciels de géométrie dynamique. Les enseignants connaissent les associations qui produisent des ressources mais adoptent une posture de consommateur. Si les professeurs de mathématiques se disent utilisateurs des TIC, certains le font par initiative personnelle, d'autres par « obligation » (et pression des autorités hiérarchiques). L'utilisation scolaire des TIC « progresse » certainement, mais ses caractéristiques sont encore mal connues et les évolutions possibles encore mal documentées : du travail en perspective pour la recherche.

Mot-clés : utilisation des TIC, collège, mathématiques

Introduction

L'évolution technologique offre des possibilités nouvelles pour l'enseignement et, en particulier, pour l'enseignement de mathématiques, conduisant à de nouvelles demandes, voire des exigences inédites, pour la profession enseignante.

Selon l'inspection générale de l'éducation nationale (IGEN), l'enseignement des mathématiques doit

« ... développer conjointement et progressivement les capacités d'expérimentation et de raisonnement, d'imagination et d'analyse critique. À travers la résolution de problèmes, la modélisation de quelques situations et l'apprentissage progressif de la démonstration, les élèves peuvent prendre conscience petit à petit de ce qu'est une véritable activité mathématique, identifier un problème, expérimenter sur des exemples, conjecturer un résultat, bâtir une argumentation, mettre en forme une solution, contrôler les résultats obtenus et évaluer leur pertinence en fonction du problème étudié. »

Encore selon l'IGEN, les matériels informatiques et les nombreux logiciels spécifiques de la discipline mathématique aujourd'hui disponibles donnent aux enseignants les moyens nécessaires pour développer les différents aspects d'une véritable activité mathématique, en effet, les outils permettent notamment :

- « • d'obtenir rapidement une représentation d'un problème, d'un concept afin de lui donner du sens et de favoriser son appropriation par l'élève ;*
- de relier différents aspects (algébrique, géométrique, ...) d'un même concept ou d'une même situation ;*
- d'explorer des situations en faisant apparaître de façon dynamique différentes configurations;*
- d'émettre des conjectures à partir d'une expérimentation interactive lors de l'étude d'un problème comportant des questions ouvertes ou d'une certaine complexité, et de procéder à des premières vérifications ;*

¹ julianadarri@gmail.com, eric.bruillard@creteil.iufm.fr

- *de se consacrer à la résolution de problèmes issus de situations courantes, alors que les calculs sont longs ou complexes ;*
- *de procéder rapidement à la vérification de certains résultats obtenus. » (IGEN)*

Si les nombreuses possibilités offertes sont claires, qu'en est-il des pratiques effectives. Les professeurs « ordinaires » de mathématiques, c'est-à-dire non reconnus comme des spécialistes de l'utilisation des Technologies d'Information et Communication (TIC), qui travaillent dans les salles « ordinaires », que disent-ils utiliser comme matériels informatiques et comme logiciels ? Quels sont leurs discours et leurs avis à propos de leurs usages des TIC ? Cherchent-ils des choses prêtes à l'emploi, fabriquent-ils leurs propres matériels ? Quelles modalités de travail collectif entre les professeurs d'un même établissement ou de manière plus large ? En effet, des groupes de professeurs de mathématiques se réunissent, à travers des associations, pour créer et offrir gratuitement différentes ressources pédagogiques pour l'enseignement des mathématiques. Sésamath, par exemple, association créée et dirigée par des professeurs de mathématiques du second degré, est remarquable par son taux très élevé de notoriété et par sa production et la réussite affichée de cette association lui vaut d'être considérée comme un modèle (Quentin, 2009).

Cet article vise à interpréter et à comprendre les points de vue et les « représentations » de professeurs « ordinaires » de mathématiques à partir d'entretiens sur l'usage des TIC.

Sur cette question, peu de travaux ont été publiés, attestant d'un champ encore peu exploré. Si des recherches se sont intéressées aux professeurs « ordinaires », notamment autour de questions d'utilisation des TIC, peu concernent spécifiquement les mathématiques. On peut néanmoins citer l'article d'Artigue et Gueudet (2008), consacré aux ressources en ligne, notamment consacré à l'utilisation de Mathenpoche et la recherche de Leroyer (2010) qui s'articule autour de la question des supports dans le travail hors la classe des professeurs des écoles¹ en mathématiques.

L'étude menée par l'institut TNS Sofres à la demande du conseil général des Landes sur les usages et pratiques induits par l'opération « un collégien, un ordinateur portable » donne un panorama intéressant des pratiques et discours d'enseignants de collège, notamment en mathématiques. Elle va nous servir pour mettre en perspective nos résultats.

Nous commençons par exposer notre méthodologie de recueil de données et d'analyse. Nous présentons ensuite nos premiers résultats avant de proposer en discussion une synthèse des éléments saillants et des perspectives de recherche.

La méthodologie appliquée

Nous avons choisi une approche qualitative à caractère descriptif et interprétatif, parce que cette approche permet l'interprétation des intentions, de croyances et les attitudes individuelles (Goldenberg, 2003). Pour permettre aux différents acteurs d'exprimer leur point de vue, nous avons choisi la méthode de l'entretien semi-directif.

La collecte des données

Tous les entretiens ont été enregistrés, puis ont été retranscrits. Le questionnement est organisé afin de recueillir des informations sur :

- L'identification des enseignants : âge, sexe, études, carrière professionnelle ;
- le matériel disponible chez les professeurs et au collège (utilisables dans la salle de cours et dans la salle informatique) ;

¹ Enseignants de la scolarité obligatoire.

- l'usage des TIC pour leurs cours : pour leur préparation, pour leurs cours face aux élèves et dans la salle d'informatique ;
- l'usage des TIC chez les élèves (devoirs, travaux) ;
- leur relation avec certaines associations de mathématiques comme Sésamath ;
- leurs observations à propos des TIC dans l'enseignement de mathématiques.

La durée de chaque entretien a dépendu de la disponibilité et de la quantité d'information que les enseignants ont données. Un entretien a duré une heure, et les autres environ 30 minutes.

Choix du terrain

La ville où la recherche s'est déroulée a été d'abord choisie pour faciliter le travail de recueil des données (lieu de résidence du premier auteur de cet article). Mais on s'est également assuré qu'il n'y avait pas de spécialiste repéré en TIC, s'agissant de connaître les discours de professeurs de mathématiques « ordinaires » sur leurs usages des TIC.

Dans cette ville moyenne, on a trouvé cinq établissements. Après avoir analysé le site Internet de chaque collège, on a pu vérifier qu'il n'y avait rien relevant de l'utilisation des TIC, seulement la présentation des salles informatiques et, dans un des sites, quelques exemples d'anciens travaux mathématiques utilisant les TIC, rien d'actuel. A travers un contact avec les responsables de l'association Sésamath, il a été possible de savoir qu'aucun professeur de collègue n'était membre de l'association (ou relais notamment pour Mathenpoche).

Notons que des cinq établissements repérés, seulement trois ont accepté de transmettre aux enseignants une demande d'entretien. Après quelques jours, un de ces collèges a répondu qu'aucun professeur n'était d'accord. Dans chacun des deux autres, un public et privé, trois professeurs ont accepté. Ainsi, ont été interviewés six professeurs, à savoir, deux hommes et quatre femmes. Par contre, un des six entretiens a été perdu suite à des problèmes techniques pendant l'enregistrement et, pour cette raison, seulement cinq entretiens ont été considérés pour la réalisation du travail.

Les prénoms utilisés pour présenter chaque professeur sont fictifs afin de préserver l'identité des personnes interviewées. Pour les femmes, on a choisi les prénoms suivants : Marie, Juliette et Chloé, et pour les hommes Fabrice et Alexandre.

L'analyse des données

L'analyse du contenu de mes entretiens a été fait à partir des catégories explicitées dans la problématique. Au cours des entrevues ont été identifiés quelques phrases et des mots qui ressortaient le plus souvent, en permettant ainsi un examen préliminaire. Pendant la transcription beaucoup de précautions ont été prises dans le but de s'assurer que toute l'interview était claire et bien transcrite. C'est cette lecture répétée des transcriptions qui a permis de structurer une grille d'analyse.

Les résultats

Après la transcription des entretiens, et après les avoir lus plusieurs fois, ont été mis en évidence les points considérés comme pertinents. L'information présentée dans ce chapitre est brute, sans intervention supplémentaire d'analyse.

Préparation des cours

Au sujet du matériel disponible pour la préparation de leurs cours de mathématiques, les cinq enseignants ont dit avoir chez eux tout le matériel nécessaire, c'est-à-dire des ordinateurs avec Internet, des logiciels de bureautique et des logiciels de mathématiques. Les logiciels les plus

cités par les cinq interviewés pour la préparation de leurs cours de mathématiques sont les logiciels de bureautique et de géométrie.

Les professeurs ont décrit différents usages des TIC pour la préparation de leurs cours :

- Taper leurs cours et les activités de mathématiques (tous) ;
- Chercher des idées sur Internet (tous, moins pour Alexandre et Juliette) ;
- utiliser les logiciels et la calculatrice pour faire des illustrations : graphiques, figures géométriques et courbes à insérer dans les exercices (tous) ;
- préparer, à l'aide des logiciels, des animations ou des cours à exposer aux élèves (sauf Juliette) ;
- profiter des courriels pour favoriser le travail collectif (cité par Chloé).

Les logiciels les plus cités sont des progiciels (Word et Excel)¹ et des programmes de géométrie dynamique, les sites cités sont celui de l'Académie d'Orléans-Tours², l'association Sésamath³ et celui du Matou matheux⁴.

Alexandre et Juliette se sont avérés être les plus « réfractaires », des cinq enseignants étudiés, à l'utilisation d'Internet. Juliette préfère les livres pédagogiques de sa discipline, et Alexandre a envie de produire lui-même ses leçons, même s'il y a des nombreuses idées sur Internet et qu'il doit ainsi fournir un travail plus long. Alexandre pense que les exercices qu'il produit lui-même sont plus riches que ceux trouvés sur le réseau. On remarque également que, comme Juliette, Fabrice a mentionné sa tendance à plus utiliser les livres comme moyen de recherche pour son travail : « *Je tiens beaucoup aux livres* ».

De temps en temps, très peu, pour avoir nouvelles idées d'activités, mais je cherche tout seul. J'ai l'habitude de ne pas chercher les cours, et de faire tout seul, ... j'essaie de préparer les choses. Il y a des banques de données de cours, il y a des activités... oui, oui, on trouve de temps en temps des choses... c'est pour ça que j'aime bien commencer, avoir l'idée moi-même. C'est un défaut, du coup, parce que je perds un temps fou, des fois je passe trois, quatre heures à préparer quelque chose et après je vois que c'était disponible sur internet déjà ... on en trouve des choses... mais jamais aussi appropriées que si on l[es] a préparé[es] soi même. (Alexandre)

Utilisation en salle informatique

Quatre des cinq professeurs vont en salle informatique en classe entière. N'ayant pas suffisamment de place pour accueillir tous les élèves, les professeurs les regroupent deux par ordinateur. Juliette est la seule à aller donner des cours en salle informatique en demi-classe. Cela lui permet d'accompagner chaque élève en regardant ses productions.

Tous les professeurs ont affirmé qu'ils n'ont pas l'habitude d'aller souvent en salle informatique, Marie a dit : « *une fois par semaine c'est compliqué* ». Les autres ont usé des termes « *de temps en temps* » (Alexandre et Juliette), « *j'y vais pas souvent* » (Fabrice) et « *pas trop, un petit peu* » (Chloé) pour définir leur fréquence d'usage.

Les professeurs ont cité trois types de dynamique pour travailler avec les élèves dans la salle d'informatique :

- Pour faire du soutien (Chloé, Fabrice et Marie) : ça veut dire que c'est un moment pour revoir les contenus qui ont été travaillés en salle de cours, avec l'objectif d'améliorer et de renforcer l'apprentissage, de là découle un bénéfice individuel (travail d'individualisation).

¹ <http://www.geoplan.com/>

² <http://www.ac-orleans-tours.fr/rectorat/mainmenu.htm>

³ <http://www.sesamath.net/>

⁴ <http://matoumatheux.ac-rennes.fr/accueil.htm>

- « Activité de découverte » (Marie) : c'est une activité pour commencer un nouveau contenu de mathématiques, les élèves travaillent devant l'ordinateur pendant que le professeur explique.

- La dynamique la plus courante correspond aux « travaux pratiques » : les élèves sont devant l'ordinateur avec un protocole à suivre, une activité dirigée avec des exercices ou des problèmes de recherche.

Cette dernière dynamique est souhaitée par l'inspection, comme Marie l'explique : « *Après il y a un TP maintenant que c'est quand même obligatoire, on va dire (rires)* ».

Dans la salle informatique, les sites cités pour la réalisation du soutien ont été celui de l'Académie d'Orléans-Tours et celui de l'association Sésamath pour accéder à Mathenpoche¹, les enseignants l'utilisent pour renforcer tous les thèmes.

Les logiciels les plus cités ont été les logiciels de géométrie dynamique, comme Geogebra², Cabri³ et Geoplan⁴, pour les activités de découverte et les travaux pratiques. Le logiciel Excel a aussi été cité pour la réalisation de travaux pratiques.

Utilisation en salle de cours

Les enseignants du collège privé (Marie et Juliette) ont à leur disposition un ordinateur et deux vidéoprojecteurs ; les professeurs du collège public (Fabrice, Alexandre et Chloé), ont à leur disposition un ordinateur portable et un vidéoprojecteur. En pratique, ils sont partagés entre tous les professeurs de mathématiques du collège et doivent être transportés dans chaque salle de classe avec eux. Pour ce faire, les enseignants doivent les commander à l'avance auprès des responsables du secteur audiovisuel.

Juliette est la seule à ne rien utiliser comme TIC dans sa salle de cours (« *en classe pas du tout* »). Les autres professeurs ont expliqué les différents types de cours qu'ils donnent à leurs élèves, avec un ordinateur portable et un vidéoprojecteur. Ce sont :

- Animations de conjectures avec les logiciels de géométrie dynamique ;
- micro-séances, cours animés et dirigés depuis le vidéoprojecteur ;
- illustrations des cours avec projection de figures (dans le cas de Chloé, elle a mentionné aussi la calculatrice connectée au projecteur pour projeter des courbes), et des vidéos de cours (les vidéos de cours ont été citées seulement par Alexandre) ;
- activités projetées pour la réalisation de calculs mentaux et des problèmes de recherche (cité par Fabrice et Chloé).

La géométrie apparaît à nouveau avec une grande notoriété et l'utilisation du tableur (Excel) apparaît dans les micro-séances pour l'enseignement de la partie numérique des mathématiques.

Devoirs à la maison avec TIC

Les professeurs n'ont pas l'habitude de donner à leurs élèves des devoirs à la maison avec l'utilisation des TIC. Deux ont déjà essayé (Alexandre et Marie). Alexandre a essayé pour la première fois l'année précédente, il a demandé à ses élèves de préparer une présentation sur PowerPoint en traitant de la perspective. Il explique :

¹ <http://mathenpoche.sesamath.net/>

² <http://www.geogebra.org/cms/index.php?lang=fr>

³ <http://www.cabri.com/fr/>

⁴ <http://www.geoplan.com/>

« ... il fallait qu'ils fassent une synthèse de deux minutes orale, de projeter au tableau les principales figures qu'on avait fait et d'expliquer. J'ai demandé aux élèves de faire un exposé, sur la perspective, donc il y en a eu un sur la perspective dans l'art et l'autre dans la perspective en jeux vidéo » (Alexandre)

Mais il remarque que ce genre de travail est toujours facultatif.

Marie a donné aussi pour la première fois la semaine précédant l'entretien un devoir sur les fonctions avec l'utilisation d'Excel. Pour cela, elle a ouvert, elle-même, la salle informatique pendant un temps défini pour accueillir les élèves qui n'ont pas d'ordinateur chez eux.

Juliette, Alexandre et Chloé n'ont jamais donné d'activités de ce type à la maison. En général, les enseignants pensent que cela pose un problème de donner des devoirs avec TIC du fait que les élèves n'ont pas tous un ordinateur chez eux. Par contre, Fabrice et Chloé ont pour projet d'en donner durant l'année à venir.

Non, pas encore. C'est une prévision là aussi, mais c'est pas encore... On a toujours le problème de se dire: "Est-ce qu'ils vont avoir accès, un accès facile pour avoir un ordinateur ? " Là, la plupart ont un ordinateur chez eux... pour le tableur, à la limite, ça se pourrait faire... la plupart entre eux ils ont un tableur chez eux, avec l'éditeur de texte... mais pour ceux qui n'auraient pas des outils informatiques c'est vrai que... la question se pose : comment vont-ils faire leur travail ? Donc, bien qu'il y ait quelques ordinateurs au CDI c'est pas encore assez, on va dire, ouvert aux élèves, je trouve, pour vraiment leur donner un travail. Mais ça aussi c'est un chantier. Peut être d'ici à la fin de l'année j'envisagerai de leur donner un petit exercice. J'ai une classe en 3ème où je peut leur donner sans problème, ils ont tous un ordinateur... après, en 5ème, par exemple, ça parait un peut plus difficile. (Chloé)

Lien avec les associations de mathématiques

Aucun des enseignants interviewés ne déclare participer à une association de mathématiques. Pour Marie, peut-être qu'un jour, avec un peu plus de temps, elle le fera. Elle s'est renseignée sur la manière d'y participer et à son avis ce qui l'empêche c'est qu'il faut beaucoup de temps disponible et bien maîtriser les outils informatiques. Juliette ne veut pas participer parce qu'il ne lui reste que six mois avant d'être à la retraite, mais elle ne l'exclut pas complètement : *« j'aurais plus le temps pour m'intéresser à ce qu'ils font ».*

Chloé a dit qu'elle a déjà beaucoup de travail, et elle aime bien partager avec ses sept collègues de mathématique, elle dit :

J'essaie de faire le mieux du monde, et c'est vrai que... j'aime bien partager les idées et tout ça mais je trouve que déjà au sein du collège on est 7 professeurs, ça fait une belle association déjà ... Donc, je m'investis déjà là dedans.

Fabrice ne participe pas parce qu'il se considère indépendant, il prend beaucoup de recul. Alexandre, ainsi comme Marie, a dit qu'il avait déjà regardé une fois la procédure pour adhérer, mais que c'était un peu compliqué et il n'est pas satisfait de son expérience pour participer à une association.

J'ai regardé il y a longtemps comment c'était, justement à Sésamath, pour rentrer dans le projet, c'est un peu compliqué parce que il y a déjà beaucoup de monde, qui travaille, mais non, comme cela ne fait pas longtemps que j'ai commencé je peux vous affirmer que je ne suis pas assez content de ce que je fais pour pouvoir le proposer à des gens (rires), donc, peut être dans quelques années, ça m'intéresse. (Alexandre)

J'ai demandé précisément à propos de Sésamath, leur relation et leurs avis. Juliette est la seule qui ne connaît pas, elle connaît seulement l'association APMEP¹ (Association des Professeurs de Mathématique de l'Enseignement Public), Marie trouve que c'est « pas mal » pour le

¹ <http://www.apmep.asso.fr/>

collège, elle se sert tout le temps de *Mathenpoche* mais de rien d'autre. Alexandre se considère assez exigeant et aime bien leurs produits. Lui, Chloé et Fabrice l'utilisent juste pour avoir des idées et prendre des exercices. Le manuel a été cité aussi comme référence pour la préparation des cours.

Discussion : quelques points saillants

Le travail d'individualisation en salle informatique

Il apparaît un point majeur dans le discours de Chloé. Elle explique que pendant ses cours en salle informatique, elle fait du soutien, avec une dynamique d'individualisation correspondant à ce qui est préconisé par l'IGEN : « *permettant à la moitié de la classe de travailler sur feuille pendant que l'autre travaille derrière un écran* ». Fabrice fonctionne de la même façon.

Cette « pratique d'individualisation dynamisée » pour Chloé et Fabrice – qui consiste à donner des exercices différents à chaque élève en fonction de leurs difficultés – est une solution pour respecter l'hétérogénéité et le temps que chaque élève a pour le processus d'apprentissage.

Un besoin d'assistance complémentaire technique et pédagogique

Du fait de l'utilisation partagée des outils en salle de cours, il est un peu difficile d'avoir le matériel disponible lorsqu'ils en ont besoin. Fabrice et Alexandre préfèrent donc transporter leurs propres ordinateurs au collège. Chloé a raconté que quand elle n'arrive pas à avoir l'ordinateur dans sa salle de cours, elle connecte sa calculatrice au vidéo projecteur pour projeter des figures.

L'installation du vidéoprojecteur et de l'ordinateur dans la salle de cours est entièrement sous la responsabilité du professeur, comme le dit Marie, cette situation est identique dans les deux établissements. Fabrice décrit toutes les étapes d'installation en salle de cours pour montrer la difficulté et les soucis que cela apporte. Il se réfère à l'installation comme une « action pénible », un « défi », un « bricolage ».

Si, en général, les enseignants peuvent compter sur l'assistance d'un expert en soutien technique en cas de problème avec le matériel dans l'utilisation des TIC, Juliette rappelle la question pédagogique : « *il y a quelqu'un qui s'occupe de la maintenance. Mais après on est tout seul pour se débrouiller avec nos logiciels* ».

Ce manque de structure entraîne le découragement des enseignants concernant l'utilisation des TIC dans leur enseignement. Ces problèmes incitent les enseignants à ne pas l'utiliser dans leurs classes (Borba et Penteado, 2001).

Les professeurs se sentent « obligés » d'utiliser les TIC

De temps en temps, les inspecteurs de mathématiques doivent accompagner l'usage que les enseignants font des TIC dans leur enseignement, parfois pour contrôler la progression suivie, les contenus traités, les types d'activités choisies. Comme l'usage des TIC est fortement recommandée pour les mathématiques au collège, les inspecteurs assistent à des cours et manifestent leur désir d'assister à une illustration de concepts ou de configurations réalisées grâce à l'informatique.

Les inspecteurs ont en fait une fonction d'impulsion et d'entraînement à jouer. Parfois, les professeurs le ressentent comme une pratique imposée des TIC. Fabrice remarque : « *Les inspecteurs nous demandent d'utiliser une fois tous les 15 jours le matériel informatique... On a plus que des recommandations, on a eu des remarques très fortes.* »

Mais le problème avec ce sentiment d'obligation, est que certains professeurs peuvent finir par utiliser les TIC même sans y être favorables, seulement parce qu'ils doivent le faire ; et ainsi, faire un usage inadéquat des moyens, sans apporter de valeur ajoutée à leur travail.

Des professeurs consommateurs des ressources produites par les associations

Dans son travail sur le fonctionnement et de l'impact de l'association *Sésamath*, Isabelle Quentin (2009) a remarqué que : « *les utilisateurs se considèrent eux-mêmes comme des consommateurs des ressources proposées par l'association* » (p.26). Cette caractéristique se retrouve avec les professeurs de mathématiques participant à cette recherche. Ils affirment que leurs relations avec les associations servent justement à prendre des exercices, comme l'explique Alexandre :

je prends principalement des choses à destination des élèves, bien sur, cela m'aide aussi à avoir nouvelles idées d'activités, et à voir comment cela est traité ... il m'aide à distribuer aux élèves des feuilles d'exercices, toujours pareil, dans le but de le faire BEAUCOUP plus rapidement, c'est vrai que... pour s'entraîner je leur donne des feuilles, et je leur conseille, à eux, d'aller régulièrement ... chercher selon leur envie.

Toujours selon Quentin (2009), les utilisateurs ont un discours relativement homogène sur le gain de temps et la praticité des ressources. Mais cela semble assez éloigné des valeurs de mutualisation, de partage et de travail collaboratif, qui correspondent aux attentes des fondateurs de l'association. Chloé a mentionné un « *sens du partage* » en interne, entre les collègues du collège public. Mais la participation à une association n'est pas la réalité, selon les discours des cinq enseignants : pour des raisons de temps, de difficulté de maîtrise des applications nécessaires, ou simplement par manque d'intérêt. Et les projets d'une participation possible sont annoncés au futur, un jour, sans grandes certitudes.

Non, voilà... peut être qu'un jour, avec un peu plus de temps je le ferai (rires) ... c'est intéressant, mais c'est vrai que... il faut prendre le temps pour ça ... je ne maîtrise pas non plus totalement, bon, il faut passer les fichiers en PDF, des choses comme ça, j'ai encore pas passer au point...(Marie)

Parallèles avec l'étude menée dans les Landes

« Représentations » des professeurs

En reprenant les résultats de l'étude TNS Sofres (2009) dans les collèges des Landes, on peut voir comment pourrait s'appliquer leur typologie des utilisateurs des TIC : les communicants, les progressistes, les minimalistes et les spécialistes.

- Les « **Communicants** » reconnaissent avant tout l'apport en spectaculaire et le potentiel d'animation du cours, efficaces pour stimuler l'attention des élèves ;
- les « **Progressistes** » ouverts à l'expérimentation et à l'échange d'apports pédagogiques/ bonnes pratiques et pressentent l'arrivée du « Tout numérique » ;
- les « **Minimalistes : résistants** » des utilisateurs prudents qui se retrouvent assez déstabilisés entre leurs pratiques pédagogiques habituelles et les nécessaires évolutions, indispensables mais ignorées ;
- les « **Spécialistes** » désireux d'un développement / approfondissement des potentialités offertes par l'outil. Aspirant à l'instauration du « collège numérique ». (p. 91)

Juliette peut être considérée comme une utilisatrice **minimaliste**, elle trouve intéressant, mais elle ne cherche pas de formations pour apprendre des choses nouvelles et se refuse à utiliser les moyens technologiques dans sa salle de cours. Elle utilise un peu la salle informatique par « obligation » : « *Ah, bah, c'est intéressant, je trouve que c'est bien... puis il faut le faire,*

donc on a pas le choix, donc, il faut bien qu'on arrive... ça ne me gêne pas. Je n'aime pas beaucoup mais ça ne me gêne pas vraiment ». (Juliette)

Marie croit que la technologie est déjà tellement habituelle pour les élèves qu'elle n'apporte plus motivation et enthousiasme, comme elle le dit elle-même. Même avec ce point de vue moins optimiste, Marie peut être caractérisée comme étant une utilisatrice **progressiste**, en raison de son intérêt à rechercher des cours de formation en TIC. Elle a différentes initiatives, comme l'utilisation de l'ordinateur pour les devoirs et l'ouverture de la salle informatique en dehors des heures de cours pour accueillir les élèves qui en ont besoin. De plus, elle est favorable à l'implantation des outils dans sa salle de cours.

J'aimerais bien qu'on ait tout le temps le vidéo projecteur dans la classe pour pouvoir projeter des figures... Souvent, on le fait au tableau, plus ou moins bien (rires), et c'est vrai que si on pouvait le projeter directement ça serait plus simple. Mais nous n'avons pas encore cette possibilité là (rires). (Marie)

Alexandre, comme Marie, a un profil **progressiste**. Il a indiqué qu'il aime bien l'informatique et chez lui il a beaucoup de matériel, il se dit vraiment bien équipé. Il a pris l'option informatique au lycée, où il a appris un peu à faire fonctionner les ordinateurs. Alexandre semble être innovateur, il dit préférer élaborer tout seul ses cours. Il trouve que c'est son défaut, mais en même temps, il trouve son travail plus approprié que les exercices tout prêts qu'on trouve sur Internet. De cette manière, il prépare des choses en adéquation avec ses besoins et la réalité de ses cours.

J'essaie de préparer les choses : j'aime bien commencer, avoir l'idée moi-même. C'est un défaut, de coup, parce que je perds un temps fou, des fois je passe trois, quatre heures à préparer quelque chose et après je vois que c'était disponible sur internet déjà. On en trouve après, on en trouve des choses... mais jamais aussi appropriées que celles préparées soi-même. (Alexandre)

Des cinq personnes interviewées, Alexandre est le seul à avoir un côté **spécialiste**, il semble être autodidacte pour apprendre à utiliser les outils technologiques et il a élaboré son propre site web pour améliorer son travail. Il a également mentionné son envie de travailler avec un tableau numérique.

Chloé est assez favorable à l'utilisation de l'informatique, dans sa vie personnelle : « *Moi je suis très branchée... ma boîte d'e-mails je l'ouvre tous les jours ; et je vais même plus souvent à ma boîte de mails qu'à la boîte aux lettres* ». Elle est autodidacte, comme Alexandre, parce qu'elle a expliqué avoir appris à se servir du matériel informatique toute seule.

On peut la considérer comme étant une **communicante**, parce qu'elle dit bien aimer l'effet visuel du vidéo projecteur. Elle apprécierait d'avoir le matériel dans sa salle pour faire des projections de figures, et, plus souvent, des animations. Chloé n'est pas favorable à l'utilisation excessive des outils technologiques. Elle se questionne sur le rôle du professeur devant le « collège numérique »

Je pense que si l'on met trop, trop d'informatique, à un moment donné... bah, le problème va se poser : Qu'est-ce qu'on fait du professeur, quoi? Il y a des élèves qui pourraient très bien apprendre sans professeur, en ligne, depuis chez eux : je pense que ça passerait bien. Mais la majorité des élèves auraient quand même pas mal de difficultés à travailler, à vraiment comprendre s'ils n'avaient que ça, que l'informatique. (Chloé)

Fabrice, pendant son entretien, a expliqué avec force détail sa pratique de l'utilisation des TIC, à travers de nombreux exemples, des animations et des activités. Il semble être quelqu'un de très innovateur, curieux et passionné dans son travail. On pourrait le qualifier de **progressiste**. Par contre, son discours montre son côté **minimaliste** :

Au niveau technologie, je ne cherche pas à être à la pointe. Je cherche, comme tout professeur, à me remettre en question, à essayer d'enseigner des séquences informatiques parce que c'est demandé et ça je l'estime. Mais jusqu'à un certain point. Et je veux être très clair, enfin, le jour où j'enseignerai devant les écrans d'informatiques, et les élèves derrière, j'arrête le métier. Ce n'est pas ça qui m'intéresse. Voilà. (Fabrice)

Il explique que, selon lui, les moyens informatiques donnent l'impression de n'avoir plus besoin d'intervention humaine. Il présente le travail en ligne comme un danger et l'informatique comme un simple moyen. Pour lui, la magie de l'enseignement c'est la transmission à travers le contact humain.

Préparation des cours : caractérisation

L'étude usages et pratiques induits par l'opération « un collégien, un ordinateur portable », répartit les professeurs en trois catégories pour la préparation des cours :

1 - *A minima : numérisation des cours*

2 - *Enrichissement du cours et principalement dans la présentation*

3 - *Refonte complète du cours (p. 75)*

Les professeurs interviewés peuvent être considérés comme faisant partie des deux premières catégories. Juliette correspond au profil « a minima », elle utilise l'ordinateur principalement pour taper ses cours et faire quelques figures à photocopier. Les quatre autres correspondent au deuxième profil. Ils se servent beaucoup des TIC afin de préparer des figures, des animations et des cours à présenter. Aucun des cinq n'a déclaré l'utilisation des TIC comme « refonte complète du cours ». Ils se disent encore utilisateurs de livres.

Discussion comparative sur les types d'usage des TIC dans la salle de cours

L'étude qualitative des Landes sur l'opération « un collégien, un ordinateur portable » a listé les usages usuels des TIC durant les cours de mathématiques. Cette liste nous donne un élément de comparaison avec les types d'usage déclarés par les professeurs interviewés.

- *Présentation de figures, tracés...*

- *Visualisation dynamique : des conjectures (notamment, en géométrie), des animations « Exemple : Théorème de Thalès, théorème de Pythagore, des choses comme ça, on fait une petite figure et on a tout de suite la conjecture ».*

- *Animations des activités : par exemple, l'étude des probabilités : « On ne peut pas leur demander de lancer une pièce 500 fois ! ».*

- *Séquence d'utilisation du tableur (obligatoire car au programme) « On nous demande en plus en maths, de plus en plus de statistiques, ça se développe dans les nouveaux programmes et avec le petit tableur... donc tout l'aspect répétitif des calculs est automatisé par la machine. Donc c'est un gain de temps, vous cliquez sur deux trois paramètres, la courbe s'affiche, c'est formidable ! ».*

- *Exercices / corrections : augmentation considérable du choix (p. 78).*

Juliette est la seule à ne rien utiliser dans sa salle de cours. Les autres professeurs utilisent les TIC et ont décrit les différents types de cours qu'ils donnent à leurs élèves. Même en disposant seulement d'un vidéoprojecteur et d'un ordinateur portable, ils font pratiquement toutes les utilisations listées ci-dessus. Par exemple, montrer pas à pas la construction d'une figure et la faire bouger, pour essayer de montrer une conjecture en géométrie, ce qui correspond à la « *Visualisation dynamique* ».

Cette année je m'en suis servie une fois, en 3eme¹, donc, j'avais une activité de découverte, sur le théorème de Thalès, et donc, il fallait construire d'abord la figure, donc, avec l'ordinateur, faire bouger les points pour se rendre compte que les rapports étaient toujours égaux. (Marie)

Un autre type d'usage est réalisé à travers une activité animée à partir du vidéoprojecteur (ce que Fabrice nomme micro séances), comme par exemple une simulation avec Excel, ce qui correspond à la catégorie « Animation des activités ».

Ce qui est nouveau dans le programme en 3eme, et qui moi personnellement me passionne, c'est qu'on a introduit par exemple des probabilités, et qu'on peut faire la simulation de probabilité, que dans le tableur c'est absolument génial, génial. C'est une vraie démarche mathématique de bout en bout, qu'on a expérimenté. Ça a commencé l'année dernière, ça a commencé et c'est très plaisant. Pour les élèves, et pour les professeurs. Voilà... C'est la simulation, c'est le lancer de dés... Avec Excel, exactement. Dire que je fais lancer un grand nombre de fois le dé, dans les boîtes... Et donc, l'idée c'est de, bah, on essaie de faire apparaître une probabilité, d'avoir une somme des dés supérieure à sept... Et après, ce qu'on peut faire, grâce au tableur, c'est qu'on peut faire relancer un grand nombre de fois. Donc, j'ai lancé combien de fois? 650 fois. Donc on va savoir, avoir une idée de la probabilité d'à peu près 53%- 54%. Apparaît une fréquence. (Fabrice)

Après, dans cette discussion, un autre exemple de micro-séance donné par Fabrice correspond aussi à la « Séquence d'utilisation du Tableur ».

C'est que souvent, en début de séquence, j'en donne une feuille qui s'appelle : « Est-ce que je sais? » Je donne un tableau, avec une série de pré requis, de thèmes qu'on construit pour la séquence. Et donc, dans ce "Est-ce que je sais ?" j'essaie d'introduire dès que je peux des micro séances informatiques. Pour essayer de valider, sans les valider, mais enfin pour qu'au moins ils voient, comment je fais pour créer une ligne de calcul sur le tableur, comment je fais pour introduire une fonction dans la cellule. Dès que je peux, je l'introduis. (Fabrice)

En général, les professeurs se servent souvent du matériel informatique dans leur salle de cours pour illustrer leurs cours, ce qui correspond, dans l'étude des Landes, à la « Présentation de figures, tracés... ».

Je prends l'ordinateur, je prends le vidéo projecteur, et je leur montre des choses. Ça c'est la première chose, c'est pour mettre les figures de géométrie, avoir des figures tout de suite bien tracées, faire bouger un point pour voir qu'est-ce qu'il se passe et on débat ensemble. (Alexandre)

Alexandre illustre aussi ses cours avec présentation de vidéos :

Je m'en sers pour leur passer des vidéos de temps en temps, sur certains points, il y a des choses qui sont intéressantes, un peu vieilles, mais j'aime bien leur montrer ça. ... on a vu une conférence sur Pilâtes pour les 6eme, dans les années 90... et qui est très bien faite, qui explique... le niveau est un peu difficile, mais bon, ils apprennent beaucoup de choses... c'est un site du CNRS, je pense... il y a aussi des documentaires sur Arte ... Il y a aussi des documentaires sur le site de... Il y a pas mal de choses ... sur vidéo... bah c'est souvent pour des élèves plus grands que ceux du collège, mais c'est pas mal de choses disponibles. En vidéo, de temps en temps comme je dois moins parler, ils voient quelqu'un d'autre, ça change... (Alexandre)

Par finir, la projection des activités pour la réalisation de calculs mentaux est un exemple d'« Exercices / corrections » : « je l'ai utilisé pour faire des calculs rapides, je leur ai vidéo-projeté toutes les questions, en PowerPoint, en Diaporama, donc eux ils étaient limités en temps, ils devaient répondre le plus rapidement possible » (Chloé).

¹ Niveau 11 selon Harnos

Grande notoriété d'un logiciel de référence pour l'étude de la géométrie

Par rapport aux logiciels, il y a une « *notoriété absolue d'un logiciel de référence pour l'étude de la géométrie, qui constitue, en mathématiques, le domaine privilégié où l'utilisation de l'ordinateur s'impose : visualisation des conjectures, transformations* » (perception de l'opération « un collégien, un portable », TNS Sofres, 2009, p. 122).

Dans la préparation des cours, ou pour donner leurs cours, que ce soit en salle de cours ou dans la salle d'informatique, les logiciels de géométrie dynamique disposent également d'une grande notoriété pour les participants de cette recherche. Leurs discours expliquent cet engouement :

- la simplicité d'usage, comme par exemple le cas de Marie qui a découvert le logiciel *Geogebra* dans un cours de formation (elle a fait l'option TIC pour l'enseignement des mathématiques et elle a été satisfaite du résultat). Elle explique : « *Curieux, si on n'avait pas vu au début les possibilités du logiciel... moi, Geogebra, tu rentres la condition en bas et il trace la condition directe... C'est génial ! Tu n'as rien à faire, rien à paramétrer, quoi...* » ;
- la rapidité pour montrer des exemples graphiques, comme explique Fabrice : « *Bon, l'intérêt du logiciel, c'est pour ça, je pourrais leur faire construire (la figure), mais là l'intérêt c'est de les montrer rapidement... c'est moi qui le fait* » ;
- la qualité des figures, « *avoir des figures tout de suite bien tracées* » (Alexandre) ;
- la « magie » du visuel, provoqué par la représentation des conjectures au travers d'animations... « *Ça, ça leur plaît beaucoup et ça c'est purement visuel* » (Alexandre)

L'exigence de la trace manuscrite

Chloé souligne, comme Fabrice et Alexandre dans leurs interviews, l'importance de la trace papier qui doit accompagner tous ses exercices dans la salle de cours ou dans la salle informatique. Cette habitude lui a permis d'évaluer les travaux en salle informatique de temps en temps.

Par contre s'il a un truc que je fais, c'est qu'à chaque fois qu'ils ont une séance informatique, alors : que ce soit une séance informatique - où ils sont seuls, ou à deux, sur l'ordinateur, - ou que ce soit une séance informatique - où c'est moi qui fait la manipulation informatique pendant que eux regardent, et posent des questions,- il y a toujours à côté une trace papier. (Chloé)

Juliette s'est rendu compte qu'elle même n'exige pas que les élèves lui rendent leurs devoirs faits à l'ordinateur, et Marie complète :

... On les a obligés à rendre des choses qu'ils font eux à la main... souvent, même les courbes, je sais qu'il y a des élèves qui le font avec Excel, mais après... ça vient pas automatiquement. Mais je crois que c'est notre faute, c'est nous aussi qui ne les exigeons pas.

Peut être pour avoir la pleine certitude que se sont eux qui font le travail, ou pour éviter le « copier coller » d'Internet, ou parce qu'ils n'ont pas tous un ordinateur, comme l'affirme Juliette. C'est pareil pour les professeurs participant à l'étude des Landes « *en majorité, les professeurs demandent aux élèves de leur rendre des devoirs ou des exposés manuscrits* » (p. 101). Ils ont montré l'importance de cette pratique :

- *Maîtrise indispensable et souvent encore insuffisants (perspective d'absence d'ordinateur en condition d'examen)*
- *Facilite la mémorisation*
- *Participe de l'élaboration de la pensée (Ex : le cas du brouillon) (p. 101)*

Fabrice l'affirme également en disant que « *la trace écrite est le lien le plus direct qui existe entre le cerveau d'un élève, et sa main. Et sur la motivation du travail bien fait, ce qui est essentiel pour un élève. Le regard de ce qu'il a par rapport à son travail.* »

Perspectives

L'objectif de cette recherche était d'essayer de comprendre et d'interpréter les discours des professeurs « ordinaires » des mathématiques du collège à propos de leurs usages des TIC et leurs « représentations ».

Les déclarations des enseignants interrogés cadrent avec les analyses proposées depuis longtemps par Larry Cuban (1986) (voir Baron et Bruillard, 1996). Les enseignants préfèrent les technologies d'emploi simple, faciles à maîtriser, d'usage relativement fréquent et qui augmentent leur contrôle (ou leur pouvoir d'action) sur les processus d'enseignement et d'apprentissage, dans le cadre de leurs contraintes d'exercice. Ainsi, ils utilisent Internet et les logiciels pour préparer leur cours et intègrent les technologies qui renforcent leur capacité à montrer ce qu'ils souhaitent montrer aux élèves.

La géométrie dynamique joue un rôle particulier, les logiciels offrant des possibilités radicalement nouvelles et que l'on ne peut obtenir autrement. Mais, ce ne sont pas forcément les activités les plus constructives qui sont mises en place, celles nécessitant un engagement important des élèves, mais plutôt celles qui étendent leur manière de faire la classe et s'adaptent le mieux aux contraintes matérielles et pédagogiques que les enseignants rencontrent. En quelque sorte, en quelques années, la géométrie dynamique a été scolarisée et ce ne sont pas les logiciels précurseurs et les plus complets qui sont plébiscités mais des versions plus simples et plus conformes aux pratiques peu à peu installées.

Les enseignants utilisent les technologies, les élèves très peu, seulement au cours de certaines séances en salle informatique. Ainsi, s'agissant de faire travailler les élèves avec les technologies informatiques, les choses sont encore balbutiantes. Les risques du direct (utiliser les technologies avec les élèves), notamment le manque de soutien en cas de dysfonctionnements et la nécessité d'avoir toujours un plan de rechange, ne les engagent pas à innover trop rapidement, sauf à créer des conditions (en apportant leur propre portable par exemple) qui minimisent les risques et les coûts de préparation matérielle et organisationnelle. Leurs compétences sont en question, ils sont souvent trop loin d'imaginer tout ce que les TIC peuvent apporter, leur compétence technique (et leur compréhension) trop éloignée des possibilités offertes.

Le côté consommateur des enseignants est également confirmé, nombre d'entre eux se considèrent comme simples utilisateurs des ressources mises à leur disposition. Est-ce un effet de leur manque de compétences ? N'est-ce pas une sorte d'effet miroir du positionnement d'une association comme Sesamath, qui se présente d'abord comme un producteur de ressources ? Les enseignants peuvent admirer les principes éthiques revendiqués par l'association, mais hésiter à s'engager et ne voir que l'aspect producteur qui est mis en avant, la question du logiciel libre étant peu comprise. Pour Sesamath, la question se pose de ne pas se contenter de voir les ressources comme fondamentalement didactiquement neutres et d'assumer des positions sur l'enseignement des mathématiques, même si cela peut conduire à segmenter le « public », à ouvrir des débats contradictoires. En effet, les ressources ne constituent qu'un maillon de l'activité des enseignants. Comme le souligne un des enseignants interrogés, le travail de l'enseignant est bien dans l'art d'agencer les ressources selon une intention pédagogique : avec qui et comment discuter de telles intentions ou de telles modalités d'agencement. L'activité de conception de manuels ne répond qu'en partie à cette interrogation.

Enfin, on constate que les professeurs de mathématiques des deux collèges, le public et le privé, se disent utilisateurs des TIC (mais tous n'ont pas répondu à notre invitation). Certains le font par initiative personnelle, d'autres par « obligation » (et pression des autorités hiérarchiques). L'utilisation scolaire des TIC « progresse » certainement, mais ses caractéristiques sont encore mal connues et les évolutions possibles encore mal documentées : du travail en perspective pour la recherche.

© les auteurs, 2010

Bibliographie

ALVEZ-MAZZOTTI, A. J. (2003) O método nas Ciências Naturais e Sociais. In: Alvez-Mazzotti et Gewandszajder, F. *O método nas Ciências Naturais e Sociais : Pesquisa Quantitativa e Qualitativa* (pp.107-131). São Paulo : Editora Pioneira.

ARTIGUE, M., GUEUDET, G. (2008) *Ressources en ligne et enseignement des mathématiques*, Université d'été de mathématiques 2008, Saint-Flour. http://www3.ac-clermont.fr/pedago/maths/pages/UE2008/actes/Ressources_en_ligne_confUE-MAGG_2008.doc (consulté : juin 2010)

BARON, G.-L. et BRUILLARD, E. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Presses Universitaires de France, l'Éducateur, Paris, 312 p.

BORBA, M. C. et PENTEADO, M. G. (2001). *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte : Editora Autêntica.

CUBAN, L. (1986). *Teachers and Machines. The Classroom Use of Technology Since 1920*. Teachers College Press, NY, 134 p.

GOLDENBERG, M. (2003). *A Arte de Pesquisar: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. Rio de Janeiro: Record, 7^a edição

IGEN. *Équipement d'un collège pour l'utilisation des TICE en mathématiques*. http://euler.ac-versailles.fr/webMathematica/textes_officiels/index.htm (consulté : janvier 2010)

IGEN. *Les technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée*. http://euler.ac-versailles.fr/webMathematica/textes_officiels/index.htm (consulté : janvier 2010)

INSTITUT TNS SOFRES (2009). *Étude d'évaluation de l'opération « un collégien, un ordinateur portable » Synthèse des principaux résultats de l'enquête quantitative* http://www.landesinteractives.net/pagesEditos.aspIDPAGE=228&sX_Menu_selectedID=left_23E7CEF0 (consulté : janvier 2010)

LEROYER, L. (2010). Supports d'enseignement et préparation de classe, *Education & Formation*, n°e-292. <http://ute3.umh.ac.be/revues/> (consulté : juin 2010)

PENTEADO, M. G. (1999). Novos Atores, Novo Cenário: Discutindo a inserção dos computadores na profissão docente In: Bicudo, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas* (pp. 297-313). São Paulo : Editora da UNESP

QUENTIN, I. (2009). *Fonctionnement et impact de Sésamath : une étude exploratoire*. Mémoire de master, non publié. École Normale Supérieure, Cachan

WEIL-BARAIS, A. (coord.) (1997). Traitement de données : codage de corpus. In *Les Méthodes en Psychologie* (pp. 170 – 186). Rosny sous Bois : Bréal