

Laboratoire Interdisciplinaire de Recherches: Apprentissage, Didactique, Evaluation & Technologies de l'Information pour l'Education (LIRADE-TIE) de la Faculté des Sciences Ben M'Sik- Casablanca. MAROC

L'outil informatique : Défis d'intégration et objet de formation des enseignants de mathématiques dans le secondaire

Abouhanifa said : Enseignant formateur de mathématiques au centre pédagogique régional de Technologie de Settat. Maroc

Kabbaj mohamed : Professeur de l'enseignement supérieur à la faculté des sciences Ben m'sik casablanca. Maroc

Belmadani Mohamed : Inspecteur de mathématiques à l'académie régionale de Guelmim-smara. Maroc

Khalfaoui Mohamed : Inspecteur de mathématiques à l'académie régionale de Chaouia ourdigha Settat. Maroc

Hanini Mohamed : Professeur de mathématiques chargé du service d'alphabétisation à l'académie régionale de Chaouia ourdigha Settat. Maroc

Le 20-01-2008

Résumé :

En s'intéressant aux conceptions de l'enseignant dans ses tentatives d'intégrer l'outil informatique dans l'enseignement- apprentissage des mathématiques au collège et au lycée, nous avons entrepris une recherche visant l'analyse des obstacles qui entravent l'utilisation efficace de cet outil, et les dimensions nouvelles de son intégration en classe. Cette analyse s'est limitée aux établissements secondaires publics de la Délégation de Settat.

Bien que la plupart des enseignants utilisent l'outil informatique pour des fins administratives, personnelles et pour la gestion des dossiers des élèves ; plusieurs hésitent encore à l'utiliser pour favoriser et améliorer l'apprentissage de leurs élèves. La méconnaissance de la pertinence de ce genre d'activités qui contribue au développement de l'autonomie, favorise la confiance et encourage la motivation de l'élève ; était la source de cette réticence. Les enseignants devraient progressivement prendre conscience de la nécessité de modifier leurs façons de faire pour l'apprentissage de leurs élèves.

Cet outil s'avère donc, un moyen incontournable pour mettre en oeuvre une véritable activité mathématique ; par une transformation profonde du contrat pédagogique (enseignant- élève). L'ensemble des résultats fait apparaître trois facteurs fondamentaux, qui sont déterminants dans la démarche d'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques et par conséquent, l'amélioration de l'apprentissage de cette discipline. Ces dits facteurs sont : la qualification des enseignants, l'adaptation des contenus mathématiques aux apprentissages et l'équipement des établissements en matériel et en logiciel.

Mots clés : Obstacles - Intégration - Formation des enseignants - Apprentissage.

Introduction

La généralisation des Technologies de l'Information et de la Communication dans l'enseignement (TICE), puis leur intégration progressive pour accompagner les programmes scolaires nationaux, représentent deux étapes importantes dans la mise en oeuvre de la réforme du secteur de l'éducation.

Cette réforme a été établie par la Charte nationale de l'éducation et de la formation¹ de 1999 qui a tracé les grandes lignes des modifications et des adaptations que doit connaître le système éducatif national durant la période 2000–2009.

Le ministère de l'éducation nationale a adopté en mars 2005 une stratégie ayant pour objectif la généralisation des TIC dans l'enseignement scolaire. Il a ainsi mis en place le programme Génie² qui vise à équiper, à l'horizon 2008, tous les établissements scolaires (Écoles primaires, collèges et lycées) en salles multimédia connectées à Internet.

La volonté institutionnelle d'instaurer cette prometteuse approche dans l'enseignement se trouve confrontée à de nombreux obstacles (internes et externes).

Une première problématique à souligner, concerne l'insuffisance relative en quantité, en qualité et en pertinence des ressources matérielles, humaines, des logiciels et des contenus numériques éducatifs. Au cours de nos années de pratiques en tant qu'enseignants, nous avons constaté que les obstacles d'intégration de l'outil informatique sont liés à leur appropriation par le ministère de tutelle (absence d'une stratégie adéquate pour mettre en oeuvre réellement un enseignement avec l'usage de l'outil informatique), les inspecteurs (manque de suivi et d'enrichissement) et les enseignants (manque de pratique en classe). Cette innovation pédagogique rencontre des réticences de la part des enseignants. Quelles sont donc, les raisons essentielles de ces réticences à l'intégration de l'outil informatique dans les pratiques de classe ?

Cette nouvelle situation d'enseignement et d'apprentissage, modifiera profondément le sens des apprentissages. Ainsi, l'élève s'impliquera davantage dans les actions à réaliser et l'enseignant sera souvent en position de personne-ressource. Quelle forme devra prendre alors le métier d'enseignant dans cette nouvelle situation ?

Le niveau d'appropriation de l'outil informatique par les enseignants diffère de manière significative. Certains enseignants réalisent des sites web, d'autres ont à peine maîtrisé le courrier électronique. Ils n'ont pas donc les mêmes compétences, voire les mêmes besoins en formation et en ressources numériques. Comment faire pour surmonter les difficultés dans ce domaine dont des expériences ont montré la grande complexité ?

¹ La Charte Nationale d'Education et de Formation a défini des principes fondamentaux d'orientation dans ce sens. La COSEF a consacré dans la Charte le levier 10 et trois articles (articles 119,120 et 121) et recommande aux autorités d'éducation et de formation l'utilisation de ces technologies, essentiellement en matière de formation continue (article 119) et d'équipement des établissements en matériels informatiques.

² <http://www.men.gov.ma>

« Deux grands types de problèmes sont actuellement reconnus dans de nombreux pays : le premier est relatif à l'identification des compétences nécessaires, le deuxième aux modes d'évaluation de ces compétences »³

Cette recherche vise à déterminer selon les conceptions des enseignants, les dimensions nouvelles de l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques et à analyser les obstacles qui entravent son utilisation efficace en classe.

Etant conscient du rôle central de l'enseignant dans le processus d'enseignement-apprentissage, nous nous sommes intéressés à ses conceptions au sujet de l'usage de l'outil informatique et plus particulièrement à la manière dont il envisage tirer profit de cette technologie.

Nous retenons qu'une accélération de la mise en œuvre de l'outil informatique en classe, ne peut être efficace que si la formation des enseignants dans un tel créneau tient en compte les éléments du processus de son intégration en classe.

I. La place de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques

1) Transformation de l'activité mathématique

L'outil informatique donne accès à l'information et traite l'information mais il ne peut faciliter l'accès aux savoirs que dans le cadre d'un processus d'apprentissage.

L'intégration de cet outil dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques transforme en profondeur et en étendue l'activité mathématique. Il permet de développer chez l'élève, conjointement et progressivement les capacités d'expérimentation et de raisonnement. À travers une démarche de résolution de problèmes, de modélisation des situations et d'apprentissage progressif de la démonstration ; les élèves peuvent prendre conscience de la pertinence des activités mathématiques, identifier un problème et l'expérimenter sur des exemples, conjecturer un résultat, mettre en forme une solution, contrôler les résultats obtenus et évaluer leur pertinence en fonction du problème étudié.

L'outil informatique s'avère donc, un moyen incontournable pour mettre en œuvre une véritable activité mathématique. Il importe que l'élève sache distinguer entre un résultat qui relève d'une expérimentation et un résultat établi de façon déductive au sein des mathématiques.

En effet, il permet notamment :

- D'obtenir rapidement une représentation d'un problème, d'un concept afin de lui donner un sens et de favoriser son appropriation par l'élève ;
- De relier différents cadres (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 une vérification ;
- De se consacrer à la résolution de problèmes issus de situations courantes, si les calculs sont longs ou complexes ;
- De procéder rapidement à la vérification de certains résultats obtenus.

2) Contribution de l'outil informatique dans l'enseignement-apprentissage

- a. Il permet l'accès à de différentes méthodes, à des techniques de calcul numérique, à des représentations graphiques, à l'acquisition et au traitement de

³ L'intégration des TIC dans le système éducatif : instruments, acteurs, systèmes (code 40 121). INRP Juin

données expérimentales et à l'ensemble des méthodes de production de documents.

- b. Il représente un outil de travail pour l'élève ;
 - Recherche documentaire (ressources en ligne et hors ligne : dictionnaires, encyclopédies, cédéroms ou services culturels, etc.)
 - Auto-apprentissage (avec évaluation préalable, analyse de réponse, régulation correspondant à une véritable analyse didactique) ;
 - Auto-évaluation : production de documents, échanges par courrier électronique, production de sites, etc.
- c. Il permet en classe, une transformation profonde de la relation pédagogique (contrat pédagogique) enseignant- élève. Ainsi, par exemple, la projection d'un document pour l'ensemble de la classe rend possible un travail collectif grâce à un logiciel approprié (traitement de texte, tableur, etc.) et permet une médiation dans la relation duale enseignant- élève.

Flamand et Gervais (2004) identifient trois catégories 'd'objets d'apprentissage' : les objets médiatiques, les objets utilitaires et les objets d'apprentissage proprement dit.

3) Niveau de maîtrise de l'outil informatique

Dans le contexte américain Rogers (1995) identifie quant à lui cinq catégories d'enseignants face aux nouvelles technologies : les innovateurs, les utilisateurs précoces, la majorité avancée, la majorité tardive et les retardataires. Selon Rogers, la vitesse de diffusion des nouvelles technologies est déterminée par la capacité d'une masse critique à s'adapter au changement.

Des différentes études que nous avons consultées (Danvoye, 2002 ; 2001 ; 2000 ; Garnier et Gauvin, 2000 ; Larose, Grenon et Palm, 2004 ; Karsenti, 2004 ; Gervais, 2000), nous avons déduit des niveaux d'intégration de l'outil informatique chez les enseignants auxquels correspondent différents niveaux d'intérêt face aux besoins en ressources numériques et en formation techno pédagogique⁴ :

Les pionniers, ils ont déjà adopté les technologies et y consacrent les efforts requis pour surmonter les obstacles et offrir à leurs élèves des opportunités d'utilisation des TICES et de l'Internet. La plupart d'entre eux se situe aux niveaux 4 et 5 de l'échelle d'intérêt et de pratique de l'innovation technologique. Ils peuvent soutenir leurs collègues dans leur appropriation du matériel pédagogique numérique.

Les sceptiques, ils se laissent facilement décourager par les divers obstacles et renoncent à utiliser les technologies si les conditions ne sont pas favorables. Le groupe des sceptiques se subdivise en deux: les insécures et les craintifs.

Les insécures qui ont atteint le niveau d'alphabétisation informatique 4 et 3 sont des gens qui ont amorcé une démarche d'appropriation de l'outil. Ils utilisent régulièrement les TICES pour préparer leurs cours et effectuer leurs recherches (niveau d'intérêt 4). Toutefois, ils se sentent insécures lors de l'utilisation en classe. C'est vers eux que devraient tendre les efforts de soutien et de formation.

Les craintifs ont atteint le niveau 2 d'alphabétisation informatique. Ils font partie de la majorité tardive selon Rogers (1995). Ils forment près de 40 % des enseignants. Pour eux, l'ordinateur est une boîte mystérieuse dont ils connaissent peu le fonctionnement. Ils l'utilisent le moins souvent possible en classe de crainte que l'ordinateur ou ses périphériques ne brisent ou que le lien Internet ne soit rompu. Ces gens connaissent peu de logiciels et n'ont qu'une faible appréciation du potentiel de l'ordinateur et d'Internet. Ils se répartissent entre les niveaux 1 et 2 de l'échelle d'intérêt face à l'innovation technologique. Ce groupe a un urgent besoin de

⁴ Bibeau, R. (2005). Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration. Association EPI

formation et de soutien afin de s'approprier pédagogiquement le matériel didactique sur support numérique.

Les réfractaires (niveau d'alphabétisation 1 et 0, selon l'échelle d'alphabétisation). Ils ne sont pas convaincus de l'utilité pédagogique de ces outils technologiques et ne les utilisent que pour la gestion pédagogique et la préparation d'examens. La formation et le soutien que ce groupe requiert sont très importants.

II. Méthodologie de la recherche

Pour étudier les éléments du processus de l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement, nous avons effectué une recherche exploratoire, afin d'identifier les conceptions des enseignants envers l'usage de cet outil en classe. La méthodologie poursuivie dans cette recherche s'articule autour des dispositifs suivants : analyse de documents, brainstorming, des entretiens et un questionnaire.

Analyser la charte nationale de l'éducation et de la formation et l'orientation du programme Génie.

Analyser les manuels scolaires marocains.

Effectuer un brainstorming avec un nombre restreint d'enseignants et d'inspecteurs, dont la question de relance était : quelles sont les caractéristiques de l'usage de l'outil informatique dans l'enseignement- apprentissage des mathématiques dans les classes du collège et du lycée ?

Des entretiens non directifs auprès de 10 enseignants de lycées et de collèges.

Les items ressortis des résultats du Brainstorming, de l'analyse de documents de référence et des entretiens ont servi dans l'élaboration du questionnaire.

Le questionnaire écrit a été destiné à un échantillon de 85 enseignants de mathématiques de la Délégation de Settat de l'Académie régionale de l'éducation et de la formation de la région de Chaouia Ourdigha. Ces enseignants sont répartis sur 10 établissements de l'enseignement secondaire collégial et secondaire qualifiant.

Après validation, nous avons remis le questionnaire aux 85 enseignants en mains propres, en leur accordant un délai de réponse de quelques jours.

Pour orienter les réponses vers les points qui nous intéressent, nous avons pris en compte dans le choix des établissements ; ceux qui sont suffisamment équipés pour qu'aucun enseignant ne puisse évoquer les conditions d'accès au matériel comme obstacle à l'utilisation de l'outil informatique avec les élèves et de l'autre côté des établissements, qui ne sont pas encore bien équipés. Parmi les 85 enseignants ciblés, 73 ont rendu leurs questionnaires.

Les enseignants interrogés sont identifiés par une codification de 1 jusqu'à 73, pour préserver l'anonymat.

III. Analyse et interprétation des résultats

1. Profil des enseignants interrogés

La recherche effectuée a porté sur 73 enseignants de mathématiques de la délégation de Settat, répartis sur 10 établissements de l'enseignement secondaire collégial 60,3% et secondaire qualifiant 39,7%. Ces enseignants ont une moyenne d'ancienneté d'environ 22 ans, 80,8% d'entre eux exercent dans des établissements situés à la ville de Settat et 19,2% dans des villages de la province de Settat.

92,3% des répondants ont suivi une formation initiale dans des centres de formation. 60,4% d'entre eux sont des sortants des centres pédagogiques régionaux, 24,2% sont des lauréats

des écoles normales supérieures et 7,7% des répondants ont une formation complémentaire dans d'autres établissements de l'enseignement supérieur.

2. Familiarité avec l'outil informatique

Nous avons voulu savoir si les enseignants ont eu l'occasion d'utiliser l'outil informatique (le degré d'alphabétisation). Les résultats montrent que 34,9% des répondants utilisent l'outil informatique pour un traitement de texte mathématique afin de présenter des énoncés de devoirs, des éléments de cours..., 18,3% utilisent l'outil informatique pour construire des tableaux et 14,3% l'utilisent pour tracer des courbes, tant dis que 21,4% l'utilisent pour d'autres fins personnels. La position des 11,1% qui n'ont pas répondu peut être expliqué par leur ignorance de faire fonctionner un ordinateur.

Les répondants ajoutent que leur utilisation de l'outil informatique est liée à la connexion Internet (recherche documentaire, prendre des connaissances sur le monde, construction de figure géométrique, création des sites web, CDROM scientifiques et la messagerie électronique) et une minorité des répondants l'utilise pour la programmation mathématiques.

Généralement, l'utilisation de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques est très insuffisante. Ces résultats laissent entendre que l'accès à l'outil informatique ne garantit pas à lui seul, son utilisation régulière et efficace par les enseignants. Cuban, Kirkpatrick et Peck (2001) offrent deux explications à cette constatation. La première consiste à se rendre compte que toute révolution technologique prend un certain temps avant de se diffuser au sein de la population en général. La seconde porte sur le contexte de l'établissement secondaire qui ne favorise pas l'accès à de nouvelles pratiques.

3. Ressources matérielles et humaines

Le recours à des ressources matérielles et humaines est une dimension essentielle dans l'instauration d'une structure adéquate facilitant l'accès à l'utilisation de l'outil informatique dans le processus d'enseignement-apprentissage des mathématiques.

Les ressources dont les 10 établissements secondaires disposent se diffèrent d'un établissement à un autre. Les enseignants répondants affirment qu'il y a un manque crucial

ressources	Nb. cit.	Fréq.
Enseignants d'informatique	61	35,3%
Salle multimédia	32	18,5%
Réseau Internet	25	14,5%
Nombre suffisant d'ordinateurs	21	12,1%
Techniciens en maintenance informatique	7	9,8%
Logiciels nécessaires	10	5,8%
Documentation adaptée	4	2,3%
Non réponse	3	1,7%
TOTALCIT.	173	100%

dans la documentation adaptée et de références (02,3% des ressources matérielles disponible à l'enseignement apprentissage des mathématiques faisant appel à l'outil informatique), (05,8%) pour la disposition des logiciels nécessaires.

35,3% disent que leur établissement dispose d'un enseignant d'informatique et 18,5% des établissements possèdent une salle multimédia.

Les lycées et les collèges concernés par l'étude semblent présenter le minimum de ressources nécessaires mais, nous n'avons pas repéré d'établissements pour lesquels ces ressources auront joué le rôle de tremplin à l'enseignement-apprentissage des mathématiques.

4. Utilisation de l'outil informatique en classe

Généralement, (46,9%) des répondants accordent très peu d'importance aux aspects cités ci-dessous :

L'usage de l'outil informatique permet d'améliorer les pratiques d'enseignement apprentissage des mathématiques ;

L'enseignant a eu recours à l'outil informatique dans ses pratiques d'enseignement des mathématiques en classe ;

Les manuels scolaires de mathématiques présentent des activités d'enseignement apprentissage favorisant l'usage de l'outil informatique ;

En cas d'une utilisation de l'outil informatique en classe, l'élève se trouverait motivé.

La carte des nuages de points fournis par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) fait apparaître trois catégories de réponses ; à savoir le très faible recours à l'outil informatique en classe, les manuels scolaires de mathématiques ne présentent pas des activités d'enseignement- apprentissage favorisant l'usage de l'outil informatique (pour 85 % des répondants) et une dernière catégorie dénommée ; "l'intérêt d'intégrer l'outil informatique" englobant les deux aspects étroitement liés, il s'agit d'une part de l'usage de l'outil informatique qui permettra d'améliorer les pratiques d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques et d'autre part, susciterait la motivation de l'élève en cas d'utilisation de cet outil en classe.

La majorité des enseignants est convaincue du rôle de l'outil informatique en classe, il offre en effet, des opportunités intéressantes, d'exploration dans des situations variées pour les enseignants et pour les élèves qui sont amenés à réfléchir sur ce qu'ils font (travail authentique).

« En utilisant ces technologies, les enseignantes et les enseignants ont à leur disposition des outils puissants qui peuvent amener les élèves beaucoup plus loin dans leurs apprentissages que l'enseignement traditionnel. Les statistiques, la géométrie, la numération, les opérations de base, l'algèbre peuvent prendre un sens « réel » avec une bonne intégration des TICE dans la démarche d'apprentissage des élèves »⁵.

Selon R.Bibeau⁶ on peut déduire que seul 02,7% des enseignants interrogés sont des pionniers. 4,1% sont des insécures. 11% sont des craintifs. 69,9% sont des réfractaires.

Rogers estime qu'il n'y aura aucun progrès irréversible pour intégrer les TICE à l'enseignement, avant qu'une masse critique d'enseignants (environ 50 %) n'ait atteint un degré de connaissance suffisant.

Bien que la plupart des répondants utilisent l'outil informatique pour des fins administratives et pour la gestion des dossiers des élèves, plusieurs hésitent à l'utiliser pour favoriser et améliorer l'apprentissage des élèves. Cette résistance peut être expliquée par la méconnaissance de la pertinence de ce genre d'activité qui contribue au développement de l'autonomie, favorise la confiance et encourage la motivation de l'élève. Ces enseignants doivent prendre conscience de la nécessité de modifier leurs conceptions et leurs façons de faire.

Le taux important (80,8%) des enseignants n'utilisent pas l'outil informatique en classe parce qu'ils craignent d'apparaître inefficace devant ses élèves.

L'utilisation efficace de l'outil informatique conduit à réfléchir sur une nouvelle restructuration des programmes, des manuels scolaires et des méthodes d'enseignement-apprentissage. Nous constatons qu'un simple ajout à un programme traditionnel "un peu de TICE" et le manque d'une ingénierie de formation condamne à la frustration et à l'échec.

⁵ Bibeau, R. (2005). Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration. Association EPI

⁶ Ibid

« Le maintien de l'enseignement traditionnel saupoudré d'un peu de TICE renforce l'inefficacité des deux parties de l'attelage »⁷. Il faut une réelle intégration de l'outil informatique en classe par un changement en profondeur des conceptions de tous les acteurs en présence, voire de l'enseignement au niveau des contenus que de la forme des activités.

5. Contenus mathématiques pouvant faire l'objet d'une utilisation de l'outil informatique en classe

30% des enseignants n'ont pas proposé de contenus mathématiques susceptibles d'être l'objet d'un cours qui favorise l'utilisation de l'outil informatique en classe.

Selon les conceptions des répondants l'outil informatique est très performant dans les animations en géométrie et plus précisément en géométrie dans l'espace (32,5% des contenus prêts à l'emploi par l'outil informatique) concernant tous les niveaux du secondaire collégial et qualifiant.

On peut évoquer l'analyse (les fonctions, calcul de limites, introduction du nombre dérivé, construction de courbes, problèmes d'optimisation ...) pour (27,8%), les statistiques (traitement d'un grand nombre de données, histogrammes,..) pour (10,0%), les suites (étude de convergence, approximation d'un nombre réel,..) pour (08%), les probabilités (simulation) pour (02%). On peut déduire de ces résultats que, bien que les enseignants n'utilisent pas l'outil informatique en classe, ils ont essayé de proposer des contenus adéquats à cet outil. Il leur reste de savoir comment analyser et mettre en relation ces contenus à enseigner dans leur classe.

6. Les entraves à l'intégration de l'outil informatique en classe

Environ 56% des répondants disent que les aspects proposés peuvent être de vrais obstacles qui rencontrent l'enseignant dans ses tentatives d'intégrer l'outil informatique dans ses pratiques de classe. La posture des 27,2% des non réponses, peut s'expliquer ainsi : puisque ces enseignants n'utilisent pas l'outil informatique en classe, ils n'ont pas encore rencontrés ces obstacles dans la réalité.

La carte des nuages de points nous fournit trois blocs d'obstacles à l'intégration de l'outil informatique en classe. Selon une échelle de priorité décroissante apparaît le premier bloc d'obstacle organisationnel, à savoir le nombre d'élèves élevé en classe. Ce résultat nous permet de se poser la question de l'effectif des élèves en classe dans la dite nouvelle situation scolaire. Nous pensons que ce constat touche le problème en partie et non pas dans sa totalité ; l'effectif peut être réduit par le travail de groupe ou par l'utilisation des vidéos projecteurs qui permet de capter l'attention des élèves, de faire participer toute la classe et qui offre plus de possibilités de l'interactivité. En outre, si la salle informatique est bien équipée et permettant à la fois le travail d'une partie des élèves au clavier et l'autre partie en papier- crayon, il sera bon de prévoir une sorte d'alternance des élèves derrière les ordinateurs de façon à effectuer la complémentarité du travail sur les activités mathématiques et du travail sur l'ordinateur. Le travail en environnement informatique est souvent réalisé par groupe dont lequel l'élève découvre l'intelligence collective.

Dans le deuxième bloc, les modalités s'articulent autour d'une modalité charnière qui décrit des obstacles d'ordres techniques, qui sont : le degré de maîtrise de l'outil informatique, la maintenance du matériel informatique, la maîtrise des logiciels adaptés et les facteurs liés à la gestion du temps et du contenu. Les sources de ces difficultés émanent du manque de formation des enseignants dans ce domaine, du nombre insuffisant d'ordinateurs pour les

⁷ http://irem.univ-poitiers.fr/apmep/conferen/c20070530/ens_math_tic.pdf

élèves, voire nul pour les enseignants, du manque de temps des enseignants (emplois de temps chargés, le risque d'inachever les programmes, ..), du manque d'intérêt et de volonté (les enseignants ont d'autres préoccupations).

Le dernier bloc, est dénommé rôle des acteurs, il englobe le rôle ou la fonction de l'enseignant et celle de l'élève dans la nouvelle situation du processus d'enseignement d'apprentissage. Tout d'abord, il faut amener les enseignants et les élèves à modifier leurs habitudes et leurs façons de travailler ancrées depuis des décennies dans les classiques façons de faire. Il faut encourager les enseignants à embrasser une attitude propice à l'innovation et à les aider à maîtriser l'outil informatique.

« Des obstacles de tous ordres (matériel, organisation, manque de compétence, d'expérience, de conviction...) se cumulent pour freiner la diffusion de ces pratiques, pourtant inscrites dans les programmes de ce niveau d'enseignement »⁸

24% des enseignants ont ajouté d'autres types d'obstacles à l'intégration de l'outil informatique en classe. Les résultats montrent la nécessité de l'engagement des enseignants " novices dans l'utilisation de l'outil informatique " et celui d'enseignants " pionniers " (des experts, susceptibles d'entraîner et de soutenir des collègues moins expérimentés), l'engagement des directeurs des établissements, l'engagement des élèves et la mise en place de projets collectifs.

7. Compétence de l'enseignant

Le nouveau rôle de l'enseignant dans la situation d'enseignement favorisant l'usage de l'outil informatique, oblige de nouvelles compétences. Cette situation d'enseignement apprentissage nécessite une mobilisation personnelle importante de sa part, qu'en environnement traditionnel. Ces compétences sont différentes, plutôt générales et indépendantes de l'utilisation de l'outil informatique, d'autres liées à l'outil logiciel et à l'environnement informatique en général. Le repérage des compétences requises selon Chaachoua, H et al. se fait en trois étapes : une formation initiale « technique », le choix et la mise au point des activités de classe « pédagogique » et la conduite effective des activités « didactique ».

« Les compétences nous ont semblé devoir se manifester à travers les principales activités de l'enseignant à savoir sa formation personnelle, la préparation de ses activités d'enseignement, et son activité d'enseignement effective. »⁹

Plus de 76,7% des répondants estiment posséder les deux compétences suivantes : la capacité de lier les fonctionnalités des logiciels aux apprentissages et celle de choisir des situations didactiques pertinentes et motivantes pour une intégration réelle de l'outil informatique en classe afin d'amener leurs élèves à l'utiliser efficacement.

89% accordent un degré d'importance élevé concernant la capacité de lier les fonctionnalités des logiciels aux apprentissages et 87,6% disent que l'enseignant doit être capable de choisir des situations didactiques pertinentes et motivantes.

Il paraît fondamental que l'enseignant distingue les aspects techniques (la maîtrise du logiciel est nécessaire, mais elle n'est pas l'objectif essentiel puisqu'elle peut se réaliser en action). C'est la transposition informatique (transfert des connaissances mathématiques via l'informatique) qui doit constituer la priorité des priorités.

Le travail personnel de tout enseignant peut être facilité par la collaboration et les échanges d'expériences avec des collègues de l'équipe pédagogique ou dans le cadre de formations.

Les situations d'apprentissages ne sont pas du ressort complet de l'enseignant, elles peuvent être prescrites dont la dimension didactique sera pertinente et motivante. Un forum de

⁸ L'intégration des TIC dans le système éducatif : instruments, acteurs, systèmes (code 40 121). INRP Juin

⁹ Chaachoua, H. et al. Usages éducatifs des technologies de l'information et de la communication : quelles nouvelles compétences des enseignants ? Laboratoire LEIBNIZ - Institut IMAG. Grenoble – France.

discussion libre, par exemple, n'est pas à priori une situation d'enseignement d'apprentissage ; il n'aura aucun caractère didactique.

L'ensemble de ces réponses révèle le besoin des enseignants à des formations continues ; leurs apportent les repères nécessaires pour une intégration efficace de l'outil informatique en classe.

L'outil informatique devient donc, une mine à exploiter, il permet aux élèves d'avancer à leur rythme, de progresser dans leur apprentissage et d'acquérir les compétences nécessaires à la résolution de problèmes adaptés au processus d'apprentissage et à la façon de percevoir une situation problème et de la solutionner.

Il permet à l'enseignant de bien gérer la différenciation des apprentissages des élèves ; en effet, la façon de gérer classe et le cheminement de l'apprentissage des élèves diffère de celle préconisée depuis longtemps.

8. La formation enseignante

Les enseignants (une moyenne de 22 ans d'ancienneté) n'ont pas acquis leurs connaissances avec l'usage intégré de l'outil informatique dans leur propre cursus scolaire et dans la formation initiale aux centres de formation des enseignants.

Dans une toute formation continue des adultes que sont les enseignants, il est judicieux de pratiquer le type de formation qui leur convient. A cet effet, nous les avons interrogé sur les besoins de formations susceptibles de les intéresser dans le cadre d'une éventuelle intégration de l'outil informatique en classe. Les types de formations choisies par les répondants sont résumés dans le tableau ci-dessous :

La meilleure structure choisie par les enseignants été les stages de formation continue (pour 19,7% des citations), suivi de la demande d'une formation au sein d'un groupe d'enseignants de même discipline (pour 16, 2% des citations) et la demande de formation technique sur le matériel (logiciels, ..)(pour 15, 5% des citations).

Cette combinaison correspond bien aux besoins des enseignants puisqu'elle leur offre la possibilité de se former en mettant à l'épreuve leurs expériences vécues, leurs représentations, en comparaison avec celles de leurs collègues et bénéficier des orientations des experts en présence. Cette formation doit porter éventuellement sur des situations d'apprentissage ouvertes qui permettent l'utilisation de l'outil informatique en classe.

La formation à distance et la formation au sein d'un groupe d'enseignants de disciplines variées (6.6%), ne sont pas sollicitée par les répondants ; ce qui exprime leur désir à se former par la confrontation avec les autres collègues de la même discipline, par l'échange d'expériences et le travail en groupe. Ce portrait interpelle la vigilance de l'équipe d'enseignants pour intervenir à des moments privilégiés de dépassement d'obstacles pour conceptualiser leur apprentissage.

Types de formation souh aitée	Nb. cit.	Fréq.
Stages de formation continue	57	19,7%
Formation au sein d'un groupe d'enseignants de même discipline	47	16,2%
Formation technique (logiciels, matériel,...)	45	15,5%
Séminaires et journées d'études avec des spécialistes en informatique	43	14,8%
Autoformation	31	10,7%
Elaboration de documents pour l'enseignant et l'élève	28	9,7%
Formation au sein d'un groupe d'enseignants de disciplines variées	19	6,6%
Formation à distance	19	6,6%
Non réponse	1	0,3%
TOTAL CIT.	290	100%

9. Suggestions des enseignants pour l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement

Les suggestions des enseignants pour une meilleure intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques se résument en quatre tendances :

Une adaptation des programmes et la formation des enseignants (55,1%) ;

L'équipement des établissements scolaires en salles adaptées (locaux, logiciels, ordinateurs, documents,...) (22,4%) ;

L'engagement institutionnel (16,3%);

La généralisation du cours d'informatique à tous les établissements scolaires voire à tous les niveaux (6,1%).

Il ressort des suggestions des enseignants une prédominance du besoin en formation, accompagnée d'un souhait d'adaptation des programmes pour qu'ils se prêtent mieux à une utilisation efficace de l'outil informatique en classe.

Les ressources matérielles et logiciels (locaux, logiciels, ordinateurs, documents,...) sont une condition nécessaire à l'intégration de l'outil informatique car 22,4% des enseignants insistent sur ce point.

En troisième lieu, certains enseignants préconisent un engagement et une volonté institutionnelle pour favoriser le recours aux TICES dans le processus d'enseignement et d'apprentissage.

En fin, une minorité suggère la généralisation du cours d'informatique à tous les établissements (ceci montre qu'il y a des établissements qui ne disposent pas d'enseignant d'informatique) pour permettre à l'élève de se familiariser avec cet outil et de le préparer à l'être capable de suivre un cours faisant appel à l'outil informatique.

De l'ensemble des réponses révèlent trois facteurs fondamentaux qui sont déterminants dans toute démarche d'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques et par conséquent, l'amélioration de l'apprentissage de cette discipline, ces dits facteurs sont : la qualification des enseignants, l'adaptation des contenus à l'apprentissage et l'équipements en matériel et logiciel.

IV. Discussion des résultats

Il ne faudrait pas croire que l'usage des TIC est la solution radicale aux divers problèmes liés à l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques au collège et au lycée, tels que, la démotivation des élèves, l'échec scolaire, l'abandon scolaire, baisse de niveau de maîtrise de mathématiques, etc. Néanmoins, ces nouveaux outils peuvent constituer un catalyseur conduisant l'enseignant à innover progressivement au niveau des méthodes et des démarches tout en les adaptant aux activités de l'élève.

Dans la perspective d'une meilleure visibilité du sujet, nous estimons qu'il est intéressant d'étudier des témoignages de classe, afin de faire sortir les questions sous-jacentes à l'intégration effective de l'outil informatique en classe. Par conséquent, de donner des éléments de réponse aux questions de genre : Comment les enseignants de mathématiques peuvent-ils s'y prendre pour permettre aux élèves de réussir et d'acquérir les nouveaux savoirs, savoir-faire, savoir-être et savoir agir ? Comment tenir compte des intérêts et de la personnalité de chacun ? Comment mettre en place les apprentissages, spécifiques et propres à chacun des apprenants ?

Conclusion

L'utilisation de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques s'inscrit dans le champ des pratiques innovantes (pluridisciplinarité, travail en équipe, croisement des référentiels et des contenus...). Il correspond à une démarche pédagogique qui :

Donne à l'enseignant, l'occasion de s'investir au sein d'équipes pluridisciplinaires, donc source d'enrichissement mutuel.

Porte du sens pour les apprentissages : l'élève serait en mesure de faire la distinction entre un résultat qui relève d'une expérimentation et un résultat établi de façon déductive au sein des mathématiques.

Une majorité des enseignants est convaincue du rôle important joué par l'utilisation de l'outil informatique en classe, il offre en effet, des opportunités intéressantes d'exploration

dans des situations variées pour l'enseignant, et pour l'élève en l'amenant à réfléchir sur ce qu'il fait (travail authentique).

Cependant, un certain nombre d'obstacles entravent l'intégration efficace de l'outil informatique en classe. On peut citer à cet égard : le degré de maîtrise de l'outil informatique, la maintenance du matériel informatique, la maîtrise des logiciels adaptés et les facteurs liés à la gestion du temps et du contenu. Les sources de ces difficultés émanent du manque de formation des enseignants dans ce domaine, du nombre insuffisant d'ordinateurs pour les élèves, voire nul pour les enseignants, du manque de temps (emplois de temps chargés, le risque d'inachever les programmes, ..), du manque d'intérêt et de volonté de la part des enseignants. Le soutien pédagogique et technique, la disponibilité des ressources nécessaires et la formation continue des enseignants constituent la difficulté majeure.

Une réelle intégration de l'outil informatique en classe, nécessite donc, un changement en profondeur des conceptions de tous les acteurs en présence, voire de l'enseignement au niveau des contenus que de la forme des activités. Le nouveau rôle de l'enseignant dans la dite situation d'enseignement, demande de nouvelles compétences que l'enseignant doit acquérir. Elle oblige une mobilisation personnelle importante de sa part, qu'en environnement traditionnel. Le travail personnel de tout enseignant peut être facilité par la collaboration et les échanges d'expériences avec des collègues de l'équipe pédagogique ou dans le cadre de formations.

La meilleure structure qui convient aux enseignants pour une telle formation, apparaît sous forme de stages de formation continue au sein d'un groupe d'enseignant de même discipline, dans le but d'une maîtrise de l'outil matériel et logiciel. La formation à distance et la formation au sein d'un groupe d'enseignants de disciplines variées, ne sont pas sollicitées par les enseignants ; ce qui exprime leur désir à se former par la confrontation avec les autres collègues de la même discipline, par l'échange d'expériences et le travail en groupe.

L'arrimage des facteurs suivants : la qualification des enseignants par une formation adaptée issue d'une ingénierie, l'adaptation des contenus aux apprentissages et l'équipements des établissements scolaires en matériel et logiciel, contribue efficacement à la réussite de l'intégration de l'outil informatique en classe voire de l'amélioration de la qualité d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques.

Bibliographie

Karsenti, T. (2004). Les futurs enseignants du Québec sont-ils bien préparés à intégrer les TIC ? *Vie pédagogique*, 132, 45-49. Document télé accessible à l'adresse suivante : http://www.viepedagogique.gouv.qc.ca/numeros/132/vp132_45-49.pdf.

Plante, J. et Beattie, D. (2004). *Connectivité et intégration des TIC dans les écoles élémentaires et secondaires au Canada : Premiers résultats de l'Enquête sur les technologies de l'information et des communications dans les écoles 2003-2004*. Éducation, compétences et apprentissage. Documents de recherche. Ottawa : Statistique Canada. N°81-595-MIF. Document télé accessible à l'adresse suivante : http://www.statcan.ca/cgi-bin/downpub/listpub_f.cgi?catno=81-595-MIF2004017.

Richer, J., Deudelin, C. et Brodeur, M. (2004). *Les TIC à petits pas...J'apprends e* Les technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée. Document télé accessible à l'adresse suivante : http://www.educnet.education.fr/math/textes_officiels/cadrage_math_et_tice.pdf

- Danvoye, P. (2002). *Bilan de l'an V. Année scolaire 2000-2001*. Montréal : Gouvernement du Québec. Document télé-accessible à l'adresse suivante : <http://www.meq.gouv.qc.ca/drd/tic/pim.htm#suivi>.
- Danvoye, P. (2001). *Bilan de l'an IV du plan ministériel d'intervention*. Année scolaire 1999-2000. Montréal : Gouvernement du Québec.
- Danvoye, P. (2000). *Bilan de l'an III du plan ministériel d'intervention. Année scolaire 1998-1999*. Montréal : Gouvernement du Québec.
- Garnier, I. et Gauvin, S. (2000). *Des contenus numériques pour l'éducation. Étude sur le programme de licence mixte 1998-1999 et les besoins en contenus numériques*. Québec : Faculté des sciences de l'administration. Université Laval.
- Bibeau, R. (2005). Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration. Association EPI
- Gervais, M. (2000). *Recherche sur les besoins du personnel enseignant en regard de l'intégration des TIC dans des écoles ou des classes innovatrices du primaire*. Montréal : Direction des ressources didactiques.
- Larose, F., Grenon, V. et Palm S.B. (2004). Enquête sur l'état des pratiques d'appropriation et de mise en oeuvre des ressources informatiques par les enseignantes et les enseignants du Québec. CRIE-CRIFPE. Sherbrooke : CRIE-CRIFPE.
<http://www.educ.usherb.ca/crie/enligne/diffusion.htm>
- Chaachoua, H. Usages éducatifs des technologies de l'information et de la communication : quelles nouvelles compétences des enseignants ? Laboratoire LEIBNIZ - Institut IMAG. Grenoble – France.
- Flamand, P. et Gervais, A. (2004). Les objets d'apprentissage : au-delà de la technologie, la pédagogie. *Le bulletin Clic*, 54, 1-5. Document télé-accessible à l'adresse suivante : <http://www.clic.ntic.org/clic54/objets.html>.
- Barbier, J-M. & Lesne, M. (1986). L'analyse des besoins en formation, Paris : R. Jauze.
- Lebrun, M. (2002). Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre. *Quelle place pour les TIC dans l'éducation ?* Bruxelles.
- L'intégration des TIC dans le système éducatif : instruments, acteurs, systèmes (code 40 121). INRP Juin.
- BALACHEFF N. (1994) Transposition informatique. Note sur un nouveau problème pour la didactique. In Artigue M., Gras R., Laborde C., Tavnigot P. (eds) *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* (pp.364-370). Grenoble : La Pensée Sauvage.
<http://publimath.irem.univ-mrs.fr/biblio/IWR98009.htm>
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
http://irem.univ-poitiers.fr/apmep/conferen/c20070530/ens_math_tic.pdf
- Enseigner (les maths) avec les TIC : Des promesses aux réalités. Document télé accessible à l'adresse suivante : http://irem.univ-poitiers.fr/apmep/conferen/c20070530/ens_math_tic.pdf