

L'informatique dans l'enseignement des mathématiques

Travail 5

Présenté à
M. André Boileau

Par Patricia Simon

Université du Québec à Montréal
Décembre 2008

Circonstances favorables et défavorables à l'utilisation de la technologie dans l'enseignement des mathématiques au secondaire

Il est certain qu'afin que l'utilisation de la technologie soit facilitée au secondaire, il doit y avoir des installations informatiques adéquates dans les écoles. Les élèves doivent avoir accès à un laboratoire informatique contenant des ordinateurs performants et à des logiciels mathématiques comme Cabri-Géomètre ou Excel par exemple. L'enseignement est encore plus facile si l'enseignant a à sa disposition un projecteur pour montrer des choses aux élèves en classe ou au laboratoire.

Pour faire tout cela, il faut cependant que les enseignants soient bien formés. Tout commence durant la formation des maîtres, à l'université, où il doit y avoir des cours portant sur les technologies en enseignement, mais la formation doit aussi continuer pour les enseignants en poste.

Je crois aussi qu'il doit y avoir une coopération et une concertation entre les enseignants pour que l'intégration de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques se fasse de manière optimale. Ainsi, si les enseignants de chaque niveau travaillent avec un même logiciel, il sera plus facile à chaque année d'entraîner les élèves dans une activité nécessitant la connaissance du logiciel. Il serait aussi très intéressant que l'enseignant d'informatique, s'il y en a un dans le niveau, intègre à son cours une partie informatique qui serait en lien avec la matière vue dans le cours de mathématique. S'il n'y a pas de concertation et que seulement un enseignant du secondaire utilise l'informatique dans son enseignement, il est probable que les élèves voient moins bien l'utilité de travailler avec un outil informatique et perdent plus de temps à comprendre l'outil qu'à comprendre la notion mathématique que l'on voulait travailler avec eux.

Avantages et inconvénients que peut apporter la technologie

La technologie a son lot d'avantages dans une classe de mathématiques. Par exemple, la calculatrice a apporté de la rapidité et de l'efficacité dans le calcul. Récemment, les calculatrices graphiques ont permis aux élèves de voir les divers registres d'une fonction : l'équation, la table de valeur et le graphique. On peut aussi faire rapidement des calculs statistiques.

Certaines technologies permettent d'aborder un sujet sous divers aspects assez rapidement. Un système de calcul formel comme Maple par exemple, permet d'aller beaucoup plus loin que la méthode papier-crayon pour illustrer des fonctions plus complexes, pour faire des calculs successifs de dérivées etc. Avec un logiciel de géométrie dynamique on peut faire varier seulement un aspect d'une situation pour trouver de nouvelles propriétés, ce que l'on ne peut pas faire avec un crayon et du papier. On sauve ainsi beaucoup de temps lorsque l'on veut découvrir de nouvelles notions. Avec un simple applet sur les fonctions affines où l'on peut faire varier la pente et l'ordonnée à l'origine¹, on peut montrer une infinité de cas différents de droites et leur incidence sur l'équation.

Par contre, même si parfois la technologie peut sauver du temps, dans certains cas elle prend plus de temps. Par exemple, quand je veux faire découvrir les propriétés des triangles aux élèves grâce à Cabri-Géomètre, il faut prendre le temps de monter l'activité, de l'expliquer aux élèves, de les familiariser avec le logiciel, de les amener au local d'informatique et de faire le retour en classe. Parfois ce processus peut prendre plus de temps que d'énoncer simplement les propriétés en classe.

¹ www.ronblond.com

Types d'activités qui semblent plus indiquées pour utiliser la technologie

Plusieurs types d'activités peuvent être accompagnés de l'informatique. Dans l'ordre, celle qui me semblent le plus indiquées sont : l'acquisition de nouvelles connaissances, l'aide à la découverte, l'assistance à la démonstration, les mathématiques expérimentales et la révision de connaissances déjà acquises.

Nous avons vu dans le cours que beaucoup d'activités peuvent être conçues pour utiliser l'informatique dans le but d'apprendre de nouvelles notions d'une façon différente. Par exemple, les activités conçues dans le cadre de la tâche 4 amenaient souvent l'élève à de nouvelles connaissances. Ainsi, nous avons vu qu'il est possible d'apprendre les propriétés des triangles et des quadrilatères grâce au logiciel Cabri-Géomètre. On pouvait aussi intégrer ce logiciel pour montrer aux élèves comment faire la somme de deux vecteurs.

Dans le même ordre d'idées, on peut dire que l'informatique peut servir d'aide à la découverte en classe. Avec l'applet du site www.ronblond.com sur les systèmes d'équations, nous pouvons faire découvrir aux élèves les trois possibilités de nombre de solutions d'un système. Cette activité de découverte se fait beaucoup plus rapidement et est beaucoup plus claire avec l'informatique qu'avec quelques exemples papier-crayon.

L'informatique dans l'enseignement des mathématiques peut aussi servir d'assistance à la démonstration. Le meilleur exemple est sans contredits la démonstration dynamique du théorème de Pythagore. Il y a aussi un bon nombre de démonstrations dynamiques de la formule de l'aire d'un disque. C'est un bon support visuel pour les élèves qui veulent comprendre un phénomène.

Nous avons réalisé lors de la tâche 2 que l'informatique pouvait aussi être une aide dans des mathématiques expérimentales. Pour trouver des propriétés d'un billard mathématique, il a fallu faire plusieurs essais qui étaient beaucoup plus efficaces grâce à la simulation sur ordinateur. Ensuite, placer ses essais dans des tableaux Excel permettait de voir les liens qui existaient entre les dimensions du billard et certaines

autres données. Il aurait été impossible, ou plutôt très long et ardu, de faire toutes ces simulations et de compiler les résultats avec la méthode papier-crayon.

Finalement, l'activité qui se prête moins bien à l'utilisation de la technologie est peut-être la révision de connaissances. Cela se ferait peut-être grâce à un tutoriel, mais ce n'est pas nécessairement plus motivant selon moi que de faire la révision d'une manière plus traditionnelle.

Formes d'utilisation de la technologie qui semblent plus riches

Il est évident pour moi que la technologie qui me semble la plus riche est l'utilisation de logiciels outils pour l'enseignement des mathématiques. Il en sera question dans la prochaine partie. Viennent ensuite les logiciels spécialisés, la programmation, les tutoriels et les exercices.

Certains logiciels spécialisés vus en classe peuvent très bien dynamiser certaines notions de mathématiques et semblent plus efficaces que le papier-crayon pour apprendre. Par exemple, le logiciel présenté dans le cadre de la tâche 1 par François², pour faire des constructions en trois dimensions à l'aide de cubes, me semble très indiqué pour développer chez l'élève le sens spatial. On pouvait grâce à ce logiciel faire des constructions soi-même assez facilement et faire tourner la construction pour avoir plusieurs vues de l'objet. C'est un objectif du programme de secondaire 3 qui pourrait être atteint par l'utilisation de ce logiciel par les élèves.

À la base, je crois que la programmation peut développer chez l'élève beaucoup de concepts mathématiques, mais surtout une bonne logique et une façon de travailler. Dans le rapport Kahane on souligne que programmer c'est « décomposer une tâche complexe en tâches élémentaires, estimer la durée du processus, sans oublier de vérifier que la succession d'opérations élémentaires produit bien le résultat escompté. » Ce processus, c'est celui que l'on veut apprendre à nos élèves pour résoudre tout

² NCTM Illuminations : Isometric Drawing Tool
<http://illuminations.nctm.org/ActivityDetail.aspx?ID=125>

problème mathématique. Il serait donc profitable pour eux de faire de la programmation. Cependant, dans les faits, intégrer la programmation en mathématique prend énormément de temps et ne donne pas nécessairement une garantie que les élèves vont vraiment apprendre du processus. Je ne crois pas non plus que ce soit très stimulant pour un élève qui n'a pas d'intérêt en programmation d'en faire dans le cadre scolaire. Il y a aussi selon moi un trop grande part d'essais et erreurs dans les logiciels qui ont tenté de faire programmer les élèves dans un cadre mathématique. Par exemple, avec Logo, les élèves, s'ils veulent construire un triangle équilatéral doivent connaître la mesure des angles intérieurs. Ils vont peut-être chercher la formule et apprendre ainsi que la somme des angles intérieurs d'un polygone est $(n-2) * 180$. Je parierais plutôt sur une technique d'essais et erreurs qui les amènerait à pouvoir construire la figure. Ainsi, je ne suis pas certaine que dans la majorité des cas, la programmation avec Logo amènerait l'élève à faire des découvertes mathématiques qu'il réinvestirait dans de nouvelles situations.

Les tutoriels sont nombreux sur Internet pour montrer aux élèves de nouvelles notions. Cependant, ils ne peuvent remplacer un enseignant. Nous avons vu un tutoriel appelé Vitamath³ sur la toile où il y avait plusieurs petites capsules d'enseignement sur divers sujets. On pouvait y voir comment faire une translation étape par étape par exemple. Ce type de tutoriel pourrait être utile dans le cas où un élève manque un cours important sur cette notion. Le désavantage de cet outil, c'est qu'il ne répond pas à vos interrogations particulières.

Les exercices sur support informatique me semblent moins riches pour l'apprentissage des mathématiques car ils sont souvent la copie conforme de ce que l'on aurait pu trouver sur papier. Par exemple, nous avons vu en classe un applet qui pratiquait à résoudre une équation⁴. On pouvait additionner ou soustraire pour trouver la valeur de l'inconnue, tout comme on l'aurait fait sur papier. L'élève est cependant moins actif puisqu'il ne fait pas lui-même les calculs. Le site Vitamath proposait aussi ce genre d'exercices. Pourquoi se déplacer au local d'informatique si on peut avoir les mêmes résultats en classe avec du papier et un rayon?

³ <http://www.vitamath.ca/>

⁴ http://www.fi.uu.nl/toepassing/02017/toepassing_wisweb.en.html

Les logiciels outils

Les logiciels de géométrie dynamique

Les logiciels comme Cabri-Géomètre me semblent les plus faciles à intégrer à l'enseignement des mathématiques. Ils peuvent être utilisés par l'enseignant pour faire des démonstrations ou par les élèves pour faire des constructions et ainsi découvrir des propriétés liées à la géométrie. J'ai donné plusieurs exemples d'applications qui m'ont semblé simples à réaliser en classe et très efficaces pour apprendre de nouvelles connaissances : propriétés des triangles, des quadrilatères, construction de la somme de vecteurs etc.

Les tableurs

Le tableur peut aussi être très utile en enseignement des mathématiques. Par contre, je crois qu'il est davantage efficace dans le but d'illustrer des situations par des tables de valeurs, des graphiques ou pour faire des calculs de moyenne, d'écart etc. Dans le texte « Spreadsheets in Education – The first 25 years⁵ » on insiste sur le fait que le tableur peut servir de pont entre l'arithmétique et l'algèbre. On fait la même chose dans le texte d'Haspekian⁶. Selon moi, les barrières sont très grandes entre le monde d'Excel et l'algèbre vu au secondaire. On peut certainement approcher l'algèbre grâce à Excel, mais il ne faut pas oublier qu'il y aura des contraintes reliées à l'utilisation de l'outil et au vocabulaire qui est différent dans les deux mondes.

Les systèmes de calcul formel

Je crois que les systèmes de calcul formel peuvent servir à illustrer, à calculer des résultats mathématiques rapidement et efficacement. Cependant, il faut une grande connaissance du logiciel et des termes qui y sont rattachés pour l'utiliser à son plein potentiel. Malheureusement, au collège, Maple est souvent utilisé par les élèves qui transcrivent des formules qu'ils ne comprennent pas totalement. Je pense donc que les logiciels de calcul formel sont plus indiqués pour travailler à un niveau universitaire.

⁵ Spreadsheets in Education – The first 25 years, John E. Baker, Stephen J. Sugden, 2003

⁶ An instrumental approach to study the integration of a computer tool into mathematics teaching : the case of spreadsheets, Mariam Haspekian, 2005