

LES TICE ET MATHÉMATIQUES : QUELS LIENS ? QUELS APPORTS ?

Préambule

Lorsque l'on parle aujourd'hui de l'usage des ordinateurs et des logiciels dans le cadre de l'enseignement des mathématiques, on rencontre les termes TIC, TICE et informatique. Nous avons fait le choix dans ce dossier d'utiliser le terme TIC, qui nous semble le plus générique.

1.1 Ce que disent les textes officiels

La mise en place des nouveaux programmes de mathématiques du lycée a été marquée par un certain nombre de changements. Quelques uns correspondent essentiellement à des modifications de contenus enseignés : ajouts de notions nouvelles ; introduction de nouveaux champs correspondant à des domaines des mathématiques peu ou pas pris en compte jusqu'à nos jours dans les programmes du lycée (théorie des graphes, introduction de la notion de fractales, calcul matriciel, etc.) ; nouvelles approches de notions (fonction exponentielle en Terminale S...). D'autres changements de programmes sont plus fondamentaux car ils correspondent à une nouvelle conception de l'enseignement des mathématiques qui peut être caractérisée par les différents points suivants :

- ▶ l'apport de l'expérimentation et de la simulation comme préalables aux activités de démonstration,
- ▶ une part importante du programme portant sur les statistiques,
- ▶ l'utilisation de démarches inductives permettant d'aller de la construction d'objets mentaux simples à leur manipulation et l'explicitation de leurs caractéristiques vers les concepts. L'un des aspects clé de ces nouveaux programmes est caractérisé par une forte importance accordée à la prise en compte des TIC dans l'enseignement ; aussi bien comme outil d'enseignement que comme ensemble de savoirs et de savoir-faire.

Ceci est particulièrement mis en évidence dans l'appellation mathématiques-informatique utilisée pour la classe de première L, qui « intègre (...) une dimension informatique en proposant systématiquement une mise en œuvre sur tableur des différents paragraphes ».

On peut ainsi lire dans l'introduction des programmes de Seconde : « L'informatique, devenue aujourd'hui absolument incontournable, permet de rechercher et d'observer des lois expérimentales dans deux champs naturels d'application interne des mathématiques : les nombres et les figures du plan et de l'espace. Cette possibilité d'expérimenter, classiquement plus propre aux autres disciplines, doit ouvrir largement la dialectique entre l'observation et la démonstration, et sans doute à terme changer profondément la nature de l'enseignement. Il est ainsi nécessaire de familiariser le plus tôt possible les élèves avec certains logiciels ; en Seconde l'usage de logiciels de géométrie est indispensable. Un des apports majeurs de l'informatique réside aussi dans la puissance de simulation des ordinateurs ; la simulation est ainsi devenue une pratique scientifique majeure : une approche en est proposée dans le chapitre statistique. » (Cf. Résumé des programmes de mathématiques et TIC page 55).

1.2 L'ordinateur, un outil de travail personnel des enseignants

Indépendamment de ce qui est prescrit par les programmes, on note que l'ordinateur devient un outil de travail personnel des enseignants qui, dans leur grande majorité, utilisent cet outil couramment pour la partie de leur travail qu'ils effectuent chez eux (certaines études statistiques donnent un pourcentage d'équipement de près de 90 %). Ceci leur permet d'améliorer la qualité des documents produits (intégration de formules, de dessins géométriques plans ou de l'espace, de courbes représentatives).

Ces outils facilitent également le travail de gestion des documents, leur rangement, leur stockage, leur réutilisation, leur modification. Certains enseignants de mathématiques utilisent aussi l'ordinateur pour apporter une aide à la correction d'exercices (dépouillement statistique sur tableur, calcul formel...).

Enfin, depuis l'arrivée d'Internet, on note des usages visant à favoriser la mutualisation des travaux, les collaborations et les échanges entre enseignants (listes de diffusion, de discussion, sites personnels, espaces partagés). De nombreux sites Web sont réalisés par des enseignants de mathématiques ou leur sont destinés. On peut trouver des sites d'autoformation (sites sur les statistiques, sur la théorie des graphes par exemple) qui apportent des idées ou des connaissances nouvelles, des sites à vocation pédagogique ou didactique et des sites encyclopédiques (Culture mathématique, Chronomaths, L'Univers de Pl...).

1.3 Des nouveaux contenus d'enseignement, des nouvelles présentations des connaissances, des facilités de calcul

Si les TIC constituent des outils qui ne sont pas spécifiques aux mathématiques, elles comportent également une dimension qui est en lien direct avec leur enseignement. Ce lien se retrouve dans trois directions : la modification des savoirs enseignés et des contenus d'enseignement ; le moyen de présenter des connaissances sous d'autres formes, avec d'autres possibilités que les outils de représentation traditionnels et enfin l'apport d'une puissance de calcul arithmétique, algébrique ou formel.

De nouveaux savoirs enseignés font leur apparition dans les programmes du lycée ; certains font explicitement référence à l'informatique comme la notion de fractale, « l'esprit algorithmique », le fonctionnement d'un tableur ; d'autres y sont liés car les traitements qu'ils impliquent ne seraient pas accessibles à des élèves sans l'utilisation d'outils logiciels spécifiques comme la théorie des graphes, le calcul matriciel, les statistiques. De plus, des savoirs tombent en désuétude ou perdent de leur importance à cause des facilités de calcul ou de traitement que permettent ces technologies. En statistique par exemple, on note un glissement de l'enseignement qui n'accorde plus qu'une petite place au calcul des différents paramètres pour augmenter de façon très nette celle réservée à l'interprétation et à la signification de ceux-ci.

Les logiciels, en particulier les géométriseurs, peuvent permettre ou faciliter la création d'images mentales de certaines notions ou concepts (les transformations du plan ou de l'espace, les différents objets de l'espace, les patrons de polyèdre, la « perception de l'aléatoire », la notion de dérivée). De plus, ces logiciels peuvent aider à la représentation de problèmes particuliers (optimisation, lieux géométriques...).

De même, certaines notions peuvent trouver une autre représentation qui aide à leur donner du sens comme celle de variable introduite sur les tableurs ou de fonction introduite comme une « boîte noire » sur ordinateur ou calculatrice.

Les TIC permettent également de présenter des notions, des exemples sous une forme plus visuelle, plus interactive ; par exemple, la correction d'un exercice de géométrie en mettant en évidence les situations géométriques utilisées ou, en géométrie dans l'espace, la possibilité de faire tourner une figure, de la rendre opaque ou transparente, de choisir un plan de projection, etc.

Les possibilités de calcul offertes par les logiciels permettent de résoudre des problèmes pour lesquels on n'a pas encore étudié les modes de résolution, de faire des opérations pour lesquelles n'existent pas de méthodes explicites, de se décharger des calculs trop longs ou trop difficiles. Il est ainsi possible, par exemple, de traiter une équation ou inéquation du second degré au collège, de n'importe quel type au lycée, de déterminer n'importe quelle dérivée ou primitive au moyen d'un logiciel de mathématiques formelles ou encore de traiter des statistiques qui comportent des données nombreuses et réelles, issues d'enquêtes ou de simulations, en utilisant des logiciels spécifiques ou un tableur.

1.4 Autres stratégies d'apprentissage

L'utilisation des logiciels informatiques dans leur dimension interactive est particulièrement remarquable pour introduire de l'expérimental, faciliter ainsi la production de conjectures par les élèves (Cf. introduction des programmes du lycée), permettre l'auto-évaluation (par exemple dans des problèmes de construction dans lesquels le logiciel permet de vérifier si la construction est valide).

Elle permet également, en conformité avec les instructions officielles, d'introduire des concepts en favorisant leur représentation plus que les modes opératoires qui y sont liés (par exemple les inéquations, les fonctions). « Le choix pédagogique de ce programme est d'aller de l'observation vers la conceptualisation... » . « Le programme actuel repose sur une stratégie éducative où on va de la construction d'objets mentaux vers des concepts mathématiques. »

Elle permet encore de multiplier les exemples pour introduire certaines lois (par exemple la loi des grands nombres en statistiques). 1.5 Donner du sens aux apprentissages pour favoriser la motivation et l'activité des élèves et permettre le travail en groupe

Par les facilités de traitement qu'ils offrent, les logiciels peuvent aider à donner du sens aux apprentissages ; par exemple en présentant des contre-exemples qui donnent du sens aux propriétés étudiées (dans le cas des transformations du plan, c'est l'observation de transformations "atypiques" qui ne conservent ni l'alignement ni les distances qui donne du sens aux propriétés de conservation des transformations "canoniques").

Les logiciels favorisent aussi les liens que l'on peut établir entre le savoir savant, l'histoire des sciences et les notions étudiées en cours (encyclopédies sur cédérom ou en ligne). Le fait de ne pas avoir à prendre en compte tous les paramètres d'une situation permet de distinguer les différents temps de l'activité mathématique : constater, conjecturer, démontrer, vérifier.

En permettant de résoudre des problèmes pour lesquels on ne connaît pas de méthode explicite, les facilités de traitement offertes par les logiciels vont ouvrir le champ des problèmes que l'on peut traiter vers des exemples qui ont du sens même s'ils ne correspondent pas explicitement aux savoir-faire acquis par les élèves à un moment donné. De plus, ces outils vont permettre de varier et de différencier les situations d'apprentissage, comme de rendre les élèves actifs quel que soit leur niveau de compétences mathématiques.

De nouveaux champs de problèmes sont également ouverts comme, par exemple, la recherche de constructions sur géométrieurs, la construction et le test d'algorithmes sur tableur ou sur calculatrice programmable. Le travail sur logiciel dans des situations de résolution de problème est un facteur favorisant des stratégies d'interaction entre les élèves, la confrontation des représentations, la collaboration donnant des occasions fructueuses de travail en groupe. Enfin, l'usage de tutoriels ou d'outils fabriqués par des enseignants permet la mise en place de situations d'entraînement individualisées et interactives.

1.6 Les autres activités pédagogiques au lycée avec TIC (TPE, PPCP, ECJS)

Le professeur de mathématiques peut également intervenir dans d'autres activités transdisciplinaires (TPE , ECJS , PPCP)

dans lesquelles les élèves vont être amenés à utiliser les outils informatiques, que ce soit dans la recherche d'information sur les sites Web ou dans la production de documents de formes diverses (texte, brochure, affiche, présentation multimédia, cédérom, site Internet). Même s'il n'est pas possible pour les enseignants de maîtriser tous les outils, il est sans doute préférable d'en connaître au moins les principes pour pouvoir guider les élèves dans les choix d'outils qu'ils seront amenés à opérer.

Dans le cadre du B2i lycée qui se met en place, les enseignants de mathématiques sont aussi amenés à participer au développement et à la validation des compétences dans le domaine de l'usage des Technologies de l'Information et de la Communication.

Enfin, il est important de rappeler que les élèves de collège doivent recevoir une formation de base aux outils informatiques dans le cadre de l'enseignement de la technologie et dans celui du B2i , ce qui devrait à court terme rendre de plus en plus facile l'usage pédagogique de ces outils. En effet, tout élève de fin de collège devrait ainsi maîtriser les bases du fonctionnement d'un ordinateur, savoir utiliser un traitement de texte, maîtriser les principes d'un tableur, savoir rechercher de l'information sur Internet et communiquer par courrier électronique.