

MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

Principales formes prises par les formations aux utilisations didactiques de l'ordinateur en mathématiques ¹

Jean Bernard ROUX

*Études pédagogiques de l'enseignement secondaire, Centre
d'enseignement et d'apprentissage à l'aide de l'ordinateur, Genève, 1990.*

Le but de ce document est de permettre d'avoir une idée de la situation relative aux utilisations didactiques de l'ordinateur en mathématiques dans les écoles genevoises (élèves de 11 à 18 ans). Les difficultés rencontrées proviennent pour une bonne part de la complexité d'intégrer ce moyen pédagogique supplémentaire dans l'enseignement traditionnel. Une réflexion est entreprise et la solution est peut-être à chercher dans la définition d'une nouvelle discipline.

Pour permettre l'introduction de l'utilisation didactique de l'ordinateur en mathématiques, la formation des enseignants est une tâche prioritaire : information, sensibilisation, formation initiale et recyclage, formation des créateurs.

UTILISATIONS DIDACTIQUES DE L'ORDINATEUR EN MATHÉMATIQUES

Historique

Pour décrire les différentes utilisations didactiques de l'ordinateur en mathématiques, il est utile de faire un bref historique des réflexions menées.

Les premières tentatives de définition des objectifs se sont faites en lien étroit avec les réflexions sur la place de l'informatique à l'école. Les

¹ Document distribué au séminaire MARS 90-Lyon.

objectifs généraux étaient alors *l'introduction de l'informatique comme participation à la formation au raisonnement (programmation, algorithmique)*. On parlait alors de la discipline informatique et les enseignants étaient essentiellement des mathématiciens.

Dans une deuxième étape, la réflexion a porté sur *l'apprentissage des outils informatiques comme aide aux opérations intellectuelles (DAO, CAO, EAO, etc.)*. Il y eut à cette occasion une réflexion au niveau des disciplines elles-mêmes. Pour les mathématiques, les objectifs généraux sont devenus, alors, *apprendre à se servir des outils informatiques pour résoudre des problèmes dans les disciplines scientifiques, exploiter les possibilités d'expérimentation à l'aide de l'ordinateur et utiliser l'informatique de manière critique*.

Réalisations

Pour atteindre ces objectifs, il y eut plusieurs tentatives: définition d'une nouvelle discipline intitulée *mathématiques appliquées*² et intégration de l'utilisation didactique de l'ordinateur dans les cours de mathématiques.

Les efforts ont alors porté sur :

- la définition d'objectifs spécifiques,
- la recherche de produits de qualité,
- la formation des enseignants,
- l'intégration aux plans d'études³,
- l'évaluation des expériences⁴,
- les équipements.

2 L'appellation choisie pour cette discipline fait l'objet de controverses parmi les enseignants. Le terme "mathématiques" heurte les enseignants des autres disciplines scientifiques pour lesquelles l'Outil informatique fait également partie de la panoplie des moyens d'enseignement. Le terme "appliquées" impliquerait en outre que la discipline mathématiques est éloignée des applications.

3 Les mathématiques appliquées sont une discipline à part entière avec dotation horaire de deux heures hebdomadaires pendant deux ans. Elle est proposée actuellement en option avec la géométrie descriptive aux élèves des sections scientifiques des lycées (17 et 18 ans)

4 L'appellation choisie pour cette discipline fait l'objet de controverses parmi les enseignants. Le terme "mathématiques" heurte les enseignants des autres disciplines scientifiques pour lesquelles l'Outil informatique fait également partie de la panoplie des moyens d'enseignement. Le terme "appliquées" impliquerait en outre que la discipline mathématiques est éloignée des applications.

Extrait de plans d'études pour la discipline mathématiques appliquées

Les chapitres traités sont : statistique descriptive, approximations, interpolation, géométrie analytique, résolution d'équations, géométrie dans l'espace, intégration numérique, équations différentielles.... Les chapitres mentionnés seront illustrés par des exemples pris dans les domaines suivants : démographie, chimie, médecine, sociologie, météorologie, physique, économie, etc. Les méthodes proposées pour atteindre les objectifs sont les suivantes : approche théorique, formulation en termes informatiques, élaboration de programmes et utilisation de logiciels professionnels pour résoudre d'autres problèmes... Outils informatiques recommandés : tableur avec possibilités graphiques, logiciel de statistique descriptive, logiciel de calcul numérique, logiciel de calcul formel, logiciel graphique, outils de programmation...

Avancées

En comparaison des intégrations souvent difficiles de l'utilisation didactique de l'ordinateur, la définition d'une discipline à part entière a permis une expérimentation sérieuse des possibilités offertes par l'informatique en mathématiques. Les élèves et les enseignants sont satisfaits et les effets sont mesurables.

D'autres avantages méritent d'être cités :

- nécessité d'interdisciplinarité,
- accueil favorable dans les universités,
- possibilités nouvelles d'expérimentation en mathématiques,
- actualisation de l'enseignement des mathématiques.

Difficultés

Les premières difficultés rencontrées furent essentiellement le rejet de cette discipline par une partie du corps enseignant, car il s'agissait d'une remise en question de l'enseignement des mathématiques.

On a pu observer également un décalage entre les objectifs des enseignants et ceux des élèves qui ont conduit à une certaine forme d'élitisme scientifique.

Lorsque l'on se penche sur l'utilisation didactique de l'ordinateur en mathématiques de façon plus générale, force est de constater la

grande difficulté d'intégrer ce nouvel outil dans l'enseignement traditionnel :

- utilisation plus centrée sur l'enseignant que sur l'élève,
- manque de disponibilité du matériel,
- qualité inégale des logiciels,
- défauts dans la formation des enseignants.

Solutions

Pour éviter les conflits qui naissent, chaque fois qu'une innovation est introduite dans l'enseignement, il serait bon de permettre à chaque enseignant de reprendre la réflexion depuis la définition des objectifs généraux jusqu'aux objectifs particuliers et aux méthodes.

Une bonne information doit être organisée à la demande et non être «imposée» aux usagers potentiels des nouvelles technologies.

La formation doit être centrée, avant tout, sur les outils. En effet, il est nécessaire pour les enseignants d'être parfaitement formés à l'utilisation d'un produit avant de s'engager dans une formation sur la pédagogie de l'enseignement et sur une réflexion des objectifs et des méthodes. L'échange d'expériences vient, alors, dans une deuxième étape.

FORMATION DES ENSEIGNANTS

Étapes

Les besoins les plus immédiats qui se font sentir lors de l'apparition d'un nouveau moyen d'enseignement concernent l'information et la formation. On peut y décrire plusieurs étapes :

- *l'information* a une place importante, car elle concerne un public très large. Elle est souvent à la base d'un débat sur les objectifs généraux. Elle ne doit en revanche pas être imposée, la demande doit venir des enseignants eux-mêmes et non des promoteurs de l'expérience, souvent perçus comme des «missionnaires». Elle se donne dans les établissements scolaires et doit permettre la discussion, le débat et la réflexion. Des séances d'information sont organisées de manière ponctuelles.
- *la sensibilisation* consiste à démontrer le contenu et les premières conclusions des expériences. C'est également l'occasion de montrer

les résultats obtenus avec les élèves et les difficultés rencontrées. Cette sensibilisation est organisée pour les enseignants intéressés. Elle a quelquefois été imposée aux maîtres de mathématiques dans un but évident de généraliser l'expérience. La sensibilisation est organisée *sous la forme de présentations brèves*.

- *la formation initiale* des enseignants de mathématiques comporte une introduction facultative aux utilisations didactiques de l'ordinateur. La façon d'intégrer dans son enseignement ces nouveaux outils y est démontrée et discutée. La formation initiale est prise en charge par un organisme centralisé et est assurée par un méthodologue spécialisé en la matière. Le nombre d'heures consacré à cette formation initiale varie de 16 à 60 heures.
- *le recyclage* permet à tout enseignant de mathématiques de se former sur des chapitres très divers, dont les outils informatiques. Ce recyclage consiste en une semaine de formation par année. Le recyclage en mathématiques traite, par exemple, de la formation à l'utilisation de logiciels pour les mathématiques (tableurs, grapheurs, outils de résolution de problèmes, didacticiels, logiciels spécialisés en statistique, géométrie, etc.) la formation aux outils de développement et la pédagogie de l'enseignement des mathématiques avec informatique.

Objectifs et contenus

Pour chaque étape décrite ci-dessus des objectifs et des contenus ont été définis. Le principe qui a été souvent retenu est le suivant : formation initiale au matériel et système d'exploitation – formation complète aux logiciels et aux didacticiels – réflexions et échanges d'informations sur la méthodologie de l'enseignement des mathématiques – utilisation concrète en classe des logiciels et didacticiels – réflexions et échanges sur l'évaluation des travaux faisant appel à l'informatique.

Les objectifs essentiels sont : *permettre aux enseignants de mathématiques une intégration des outils informatiques dans l'enseignement - repenser les objectifs spécifiques, les méthodes et les contenus de leurs matières d'enseignement.*

Évolution

Les qualités et les défauts de cette formation sont multiples. Les enseignants - avec raison - sont très sévères sur la qualité des produits. Si l'on qualifie les produits par leur degré d'ouverture (les didacticiels

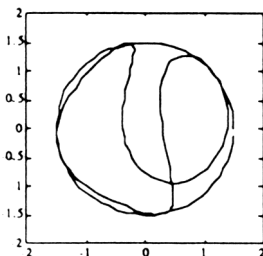
traditionnels où le degré d'interaction est faible peuvent être qualifiés de logiciels *fermés*, les logiciels vides de contenu ou *content free* peuvent être qualifiés de logiciels *ouverts*), les logiciels fermés sont mal reçus par les enseignants alors que les logiciels ouverts, plus rares et plus chers, apportent un réel avantage pédagogique et permettent aux enseignants une plus grande autonomie.

Certains logiciels et/ou didacticiels de qualité sont anglais, d'autres nécessitent une formation trop importante, d'autres utilisent une notation et des conventions peu répandues voire exotiques. Tout ces reproches ont conduit à un refus définitif de *l'utilisation didactique de l'ordinateur* par certains enseignants.

Une deuxième difficulté provient de la disponibilité des équipements informatiques dans les écoles. Les établissements scolaires ne sont pas équipés de la même façon. L'accès aux équipements est souvent difficile lorsque les utilisations sont ponctuelles, elle est plus aisée lorsque l'équipement est à disposition de manière permanente dans la salle de cours. Ces difficultés découragent souvent les enseignants pour lesquels ce nouveau moyen pédagogique n'est pas encore naturel.

On constate donc une évolution à deux vitesses : les enthousiastes, les enseignants qui ont accès aux équipements et les enseignants peu convaincus ou déçus des qualités offertes par cette nouvelle technologie.

Pour améliorer la situation, la recherche d'outils d'excellentes qualités se poursuit, l'échange d'expériences et le recyclage permanent devraient permettre une meilleure intégration de *l'utilisation didactique de l'ordinateur en mathématiques*.



Couture d'une balle de tennis en perspective.

Exemple de démarche dans le contexte d'une *utilisation didactique de l'ordinateur* en mathématiques : théorie des représentations dans l'espace, projections, construction par l'élève d'un programme permettant de représenter un objet en perspective ; dans une deuxième étape,

utilisation d'un outil professionnel de DAO permettant de travailler avec des objets plus complexes. De la sorte, L'élève découvre les méthodes puis les applique afin de déduire des propriétés, des cas particuliers, etc.

FORMATION DES FORMATEURS

Formation des formateurs

La formation des formateurs est envisagée de deux façons : formation en autodidacte, pour la plupart, ou formations spécialisées à certains produits.

Les enseignants qui ont lancé l'expérience se sont formés aux bases de l'informatique dans le cadre institutionnel, puis ont recherché des produits, des logiciels et des didacticiels et se sont formés personnellement. Ils ont ensuite animé les formations au niveau local et participé à l'effort de formation plus général.

Parallèlement, un *centre d'enseignement et d'apprentissage avec l'ordinateur* a vu le jour et a concentré son activité sur la recherche et l'évaluation des logiciels à caractère didactique (dans toutes les disciplines et pour toutes les catégories d'élèves). Des informations, des démonstrations et des séminaires de formation font également partie du cahier des charges de ce service centralisé. Dans le domaine des mathématiques, des présentations, démonstrations et formations à des logiciels spécifiques ont été organisées. Les formateurs de formateurs sont les premiers et les plus importants consommateurs de ces possibilités.

Évolution

Les enseignants qui ont assumé la formation des formateurs sont des personnes prêtes à se recycler. Ce sont généralement elles qui sont les «catalyseurs», de l'introduction des moyens informatiques dans les écoles. Ces personnes sont constamment à la recherche de nouveaux produits et réfléchissent à leur utilisation optimale dans l'enseignement. Des inégalités apparaissent d'ailleurs entre les établissements et conduisent à des conflits et à des débats passionnés.

CONCLUSION

Les diverses formes *d'utilisations didactiques de l'ordinateur en mathématiques* progressent à des rythmes différents. Les difficultés sont liées aussi bien à la formation, qu'à la qualité des logiciels et à l'implication des enseignants dans les réflexions sur les objectifs et les méthodes.

Les qualités toutefois ne doivent pas être remises en question. Il faut en revanche que chaque enseignant puisse s'en convaincre.

L'expérience genevoise, dans le domaine, n'est pas très vaste, mais elle pourra progresser au vu des expériences des autres régions et pays.

Jean Bernard ROUX

Centre EAO

Case postale 172

1211 Genève 3