

INTRODUCTION



De grands espoirs sont nés avec l'introduction de l'ordinateur dans le champ éducatif. A la suite du chantre Seymour Papert et de bien d'autres hérauts, nombreux sont les enseignants partis à la conquête du Graal informatique. Après plus d'une dizaine d'années de quête, les héros sont fatigués, les espoirs déçus, l'enthousiasme émoussé. La révolution informatique n'a pas eu lieu au royaume de l'Ecole. L'ordinateur n'a pas pris le pouvoir, l'enseignant est resté maître chez lui. Et pourtant, quelques braises rougissent encore dans le cœur de quelques-uns, dont je suis. Par quelques propositions qui sont l'objet de ce mémoire, je vais essayer, sinon de les rallumer, du moins de les entretenir.

L'informatique entretient, depuis sa genèse, un lien étroit avec les mathématiques ; l'ordinateur, n'est-il pas pour les anglophones, d'abord un calculateur (computer) ? Ces deux disciplines ont en commun le traitement d'objets numériques ou symboliques par l'utilisation de méthodes simples telles les opérations ou les fonctions et d'autres plus complexes tels les algorithmes.

Du fait des rapports privilégiés entre l'informatique et les mathématiques, il serait légitime de penser que la pratique de l'une peut influencer favorablement l'apprentissage de l'autre. De nombreuses expériences pédagogiques ont montré que la chose n'allait pas de soi. Il ne suffit pas de mettre des élèves en présence d'un ordinateur pour que, automatiquement, ils acquièrent la « bosse des maths » ! Le miracle ne se réalise pas. Pour espérer utiliser le plus efficacement possible un ordinateur dans le cadre de l'apprentissage, il est nécessaire de connaître un tant soit peu les règles par lesquelles l'élève acquiert son savoir. Les négliger n'amène souvent que des désillusions. C'est bien évidemment en en tenant compte que je présente dans ce mémoire trois ateliers de mathématique et d'informatique. Ces ateliers s'inscrivent dans une perspective épistémologique constructiviste, inspirée initialement par Jean Piaget¹ et affirmée depuis, d'une part, par de nombreuses recherches en didactique des mathématiques et, d'autre part, dans le cadre informatique, par les propositions de Seymour Papert². Ce choix justifie l'emploi du terme « atelier » dans la mesure où il exprime ma volonté de créer des situations d'enseignement favorables à la construction, par les élèves, de leurs propres structures cognitives.

On pourrait penser que, du fait des mécanismes qu'elle met en jeu, l'informatique serait une parfaite application de l'enseignement programmé inspiré des théories béhavioristes. Il est tout à fait vrai que de nombreux programmes informatiques à vocation d'enseignement, les didacticiels, sont conçus suivant ce modèle. Ils soumettent à l'élève des énoncés de problèmes et, pour nombre d'entre eux, des réponses aux questions sont proposées (questionnaire à choix multiples). En cas d'échec, l'élève, après consultation d'une aide succincte, est invité à recommencer. Ces logiciels sont utiles en tant qu'outils d'évaluation automatisés et peuvent permettre de guider l'élève dans des choix d'orientation, mais je doute qu'ils favorisent son développement cognitif. Par ailleurs, je ne nie pas l'intérêt de ces logiciels dans le cas d'apprentissages systématiques dont les objectifs sont la mémorisation de certaines notions et leur restitution rapide. Je pense en particulier à l'apprentissage des tables de multiplication à l'école primaire et aux calculs avec les nombres relatifs au collège. L'ordinateur est dans ce cas un infatigable

¹ Piaget Jean, *Logique et connaissance scientifique*, Gallimard, « La Pléiade », Paris, 1967.

² Papert **Seymour**, *Jaillissement de l'esprit, ordinateurs et apprentissages*, Flammarion, Paris, 1981.

répétiteur, sans indulgence, ni état d'âme. Ayant développé moi-même ce genre de logiciels, j'aurai mauvaise grâce, maintenant, à en nier l'intérêt et l'efficacité.

Les raisons pour lesquelles l'informatique n'a pas réussi la percée attendue ont été analysées. B. Cornu³ suggère que les professeurs ne savent pas bien quoi faire avec l'ordinateur, qu'ils manquent de formation, d'outils et de stratégies pédagogiques pour pouvoir l'utiliser efficacement.

Ces propos sont relayés par ceux d'Y. Chevallard⁴ qui pose le problème en termes d'écologie didactique. L'arrivée d'un nouvel objet technique modifie le milieu didactique et pose le problème de l'intégration de cet objet au système didactique⁵. Si un statut épistémologique et didactique ne lui est pas trouvé, il se trouve vite marginalisé (au fond du placard !). Les objets informatiques n'échappent pas à cette loi. Nous pouvons remarquer que cette vision des choses paraît être une transposition dans le champ socio-éducatif du concept d'obstacle épistémologique, à la genèse duquel nous trouvons J. Piaget⁶.

Y. Chevallard fait en outre remarquer qu'il y a eu une tentative de substitution de l'E.A.O. (Enseignement Assisté par Ordinateur) par ce qu'il nomme l'E.G.O. (G pour géré) pour contourner le problème (pour ne pas froisser l'ego des développeurs de logiciels éducatifs et des investisseurs institutionnels ?!). Cette dernière démarche est légitime dans la mesure où ses objectifs sont explicites, ce qui n'est pas toujours le cas, surtout de la part des marchands du temple informatique...

Le statut de l'ordinateur varie suivant les niveaux de formation. Dans le cadre de l'enseignement supérieur et de l'enseignement professionnel, ses capacités de calcul et de simulation en font un outil recherché et apprécié par les gains de temps qu'il procure. Dans le cadre de l'enseignement primaire, les objectifs de l'enseignement étant différents, ce sont plutôt ses capacités, bien qu'elles soient contestées et contestables, d'outil de développement des capacités cognitives de l'enfant qui ont été mises en valeur. Dans l'enseignement secondaire, son statut est mal défini. Son usage est trop souvent limité à la pratique des didacticiels évoqués précédemment et dont les apports me paraissent limités. C'est pour cela que, dans le cadre du collège, je propose un usage différent de l'ordinateur sous la forme de trois ateliers dont les objectifs peuvent être regroupés suivant quatre axes :

- **Objectifs informatiques** : Permettre aux élèves de côtoyer et de s'appropriier les concepts informatiques les plus récents (programmation structurée, usage du tableur et du grapheur, documents hypertextes).
- **Objectifs mathématiques** : Créer à l'aide d'outils informatiques des situations favorisant l'appropriation de concepts mathématiques : utilisation de variables et mise en équation d'un problème (cadre algébrique), observation analyse,

³ Cornu Bernard, *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*, Presses Universitaires de France, « Nouvelle Encyclopédie Diderot », Paris, 1992.

⁴ Chevallard Yves, « Intrégration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des mathématiques », in Cornu Bernard, *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques* (précité).

⁵ Ou « triangle didactique », système constitué par un enseignant, un élève et un savoir, réunis par un contrat didactique autour d'un projet d'enseignement dont l'enjeu est l'acquisition dudit savoir par l'élève.

⁶ Thèse de J. Piaget : Les obstacles épistémologiques provoquent une réorganisation des structures cognitives du sujet par un phénomène d'accommodation.

description et utilisation des propriétés d'une figure géométrique (cadre géométrique), construction d'algorithme.

- **Objectifs cognitifs** : Emettre des hypothèses ou des conjectures, développer l'esprit de recherche, apprendre à localiser et à corriger ses erreurs, mettre en œuvre des techniques de résolution de problèmes (segmentation, planification).
- **Objectifs socio-éducatifs** : Apprendre à travailler en commun dans le cadre d'un projet collectif, à argumenter pour justifier ses choix.

Les ateliers que je propose ayant été conçus dans une perspective constructiviste, il me paraît utile d'évoquer en premier lieu l'expérience majeure réalisée dans cet esprit pendant la dernière décennie : la pratique de la programmation utilisant le langage informatique Logo. Cette expérience fait l'objet d'une première partie où je confronte les idées de S. Papert avec les résultats obtenus par les équipes de recherche et les praticiens.

Prenant en compte les remarques émises par ces derniers, j'invite ensuite le lecteur à découvrir chacun des trois ateliers expérimentés durant le premier semestre de cette année avec des élèves de quatrième et de troisième de collège :

Kim, pour Kit informatique et mathématique, propose une initiation à la programmation procédurale dans le cadre des géométries euclidienne et analytique.

Tables et graphes présente une découverte du tableur-grapheur associée à des activités sur les fonctions trigonométriques (cosinus, sinus, tangente).

Hypergéométrie est un projet de groupe alors que les précédents sont plutôt à caractère individuel. L'ensemble des élèves, sous ma direction, a réalisé une base de donnée hypertexte en géométrie plane. Ce projet fait l'objet d'une évaluation de ses apports éventuels dans le domaine de la démonstration en géométrie.