

Conférence donnée dans le cadre de l'UREM à l'ULB

Enseigner les Mathématiques grâce à l'environnement Cabri

Par Jean-Jacques DAHAN

Docteur en mathématiques et informatique

De l'université Joseph Fourier de Grenoble

Spécialité : Environnements informatiques d'apprentissage humain et didactique

Au cours d'une conférence longtemps inédite (publiée seulement en 2001 à partir d'enregistrements réalisés en 1961), Polya citait un proverbe chinois bien connu qui dit :

« J'entends et j'oublie. Je vois et je retiens. Je fais et je comprends. » et qui colle bien à sa conception d'un vrai apprentissage des mathématiques. Il illustre un peu plus loin cette citation de manière plus théorique en disant :

« Apprendre se fait en étant actif mais comme suggéré par Socrate, Platon, Comenius et Montessori, il y a un ordre dans tout apprentissage : par exemple, les choses viennent avant les mots. Permettez moi de citer Kant qui donne sa version de cette conception : « tout apprentissage cognitif (humain) commence par des intuitions, se poursuit par des conceptions et finit par des idées ». Je dirais pour ma part : Apprendre démarre dans l'action et la perception, se poursuit par des mots et des concepts et devrait finir par une bonne manière de penser ».

La conférence d'aujourd'hui s'appuiera sur l'environnement Cabri (à la fois Cabri 2 Plus et Cabri 3D version 2) pour montrer comment celui-ci peut favoriser un réel apprentissage, non pas seulement de la géométrie mais essentiellement des Mathématiques.

L'accès par Cabri 3D à une modélisation réaliste de notre environnement quotidien permet d'entrer dans le monde des objets mathématiques par l'entrée la plus naturelle. Créer un bureau, un tableau, créer des objets qu'on pose sur des plans concrets permet d'accéder dans l'action à des concepts odieusement rebutants dans l'environnement papier-crayon. Créer des personnages comme Filou ou Claude soulève des défis qui sont le secret d'une bonne motivation pour aller vers des notions toujours plus ardues mais nécessaires pour avancer dans les connaissances et l'apprentissage. De nouveaux problèmes peuvent être explorés et donner lieu à des conjectures qui peuvent ne pas être des résultats connus par le Professeur (par exemple, exploration des volumes d'enveloppes convexes de certains assemblages de solides).

La possibilité d'illustrer de manière nouvelle avec Cabri 2 Plus le monde des fonctions sera largement décliné. je montrerai un large éventail des possibilités les plus spectaculaires que j'ai déjà eu l'occasion de présenter en allant jusqu'à la dérivation, l'intégration et la résolution d'équation différentielles du premier et du second ordre. L'articulation avec Cabri 3D se fera autour du thème des fonctions (les courbes des fonctions carrées et inverses sont-elles des coniques au sens d'Apollonius ?). Je montrerai des exemples percutants de l'utilisation des outils « Trace » et « Expression » avec les lieux mous (qui utilisent aussi des constructions conditionnelles)

Les notions théoriques sous-jacentes qui seront illustrées par les exemples évoquées ci-dessus et de très nombreux autres sont les suivantes :

1. Les notions de dessin et de figure : dans un environnement informatique, les objets qui sont créés sur l'écran sont le résultat d'un programme. La possibilité de les déformer, de changer les entrées par une action directe permet de rentrer dans le concept de figure comme « séquence de propriétés géométrique ».
2. Les approches heuristiques d'un problème ou d'une notion à partir d'une figure : on montrera pourquoi l'utilisation de la dynamique d'une figure donne à l'utilisateur plus de chance de découvrir ou de comprendre. On retrouve l'action et la perception privilégiées par Polya. Depuis, Duval a justifié cette thèse en montrant que deux des approches figurales sur les quatre qu'il a mises en évidence étaient potentiellement heuristiques : la première est l'approche opératoire qui est celle que l'on a quand on imagine des déformations menant aux possibles invariants et la seconde est l'approche perceptive qui est celle que l'on a quand notre cerveau interprète de manière automatique ce qu'il voit.
3. La notion d'expérimentation sera détaillée aussi avec ses deux composantes possibles : générative ou validative. Une expérimentation étant une production de données dont l'interprétation par l'opérateur doit, soit générer une conjecture (expérimentation générative), soit générer la validation ou l'invalidation d'une conjecture préalable (expérimentation validative).
4. La démarche de découverte expérimentale, en liaison avec les résultats de mes travaux de recherche sera rapidement présentée : je présenterai la décomposition d'une démarche idéale de découverte en 3 phases pré conjecture suivies de 3 phases post conjecture.
5. Les niveaux de raisonnements au cours d'une exploration dans l'environnement Cabri seront explicités : elles le seront par l'explicitation des techniques de validation générées par cet environnement qui vont des techniques de validation perceptive des objets de notre monde réel, des techniques de validation perceptive sur les objets mathématiques modélisés par des figures et de techniques de validation déductive sur les objets mathématiques modélisés par des figures. Il s'agit des niveaux G0, G1 et G2 dont les deux derniers ont une version particulière dans le cas des Cabri-figures.
5. On n'oubliera pas de rappeler que l'une des particularités théoriques de Cabri est que c'est un logiciel de géométrie dynamique orienté « outils » ce qui explique d'ailleurs sa simplicité d'usage, cette impression d'agir directement sur les objets de la recherche. Un utilisateur de Cabri opère comme un menuisier qui prend son outil en main pour aller l'utiliser sur un objet qui n'est pas fixé à priori. Dans un logiciel orienté « objet », il faudrait, pour continuer à utiliser encore l'image du menuisier, se saisir de l'objet à traiter, choisir l'endroit à traiter, choisir l'angle d'attaque et ensuite aller prendre l'outil qui va permettre d'agir.

J'espère que cette présentation vous permettra de comprendre les enjeux d'une approche dynamique des concepts mathématiques fondamentaux, l'intérêt de l'utilisation de l'environnement Cabri aussi bien pour une vraie pratique des mathématiques que pour un enseignement plus motivant générant le goût de la recherche.