

UNE (TRÈS) BRÈVE HISTOIRE DE LA GÉOMÉTRIE INTERACTIVE

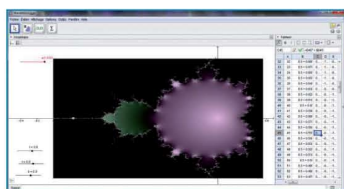
À l'heure où des innovations voient le jour dans le domaine des TICE adaptées aux mathématiques, il n'est pas inutile de retracer les différentes étapes qui ont conduit aux outils de géométrie interactive utilisés jusqu'à aujourd'hui.

Les logiciels d'édition de figures mathématiques interactives ont une préhistoire, que l'on peut situer aux États-Unis, avec le pionnier Ivan Suntherland, et son *Sketchpad*.

L'histoire de la géométrie interactive proprement dite, quant à elle, démarre en France avec *Cabri* de Jean Marie Laborde et outre-Atlantique avec le *Geometer's Sketchpad* de Nicholas Jackiw.

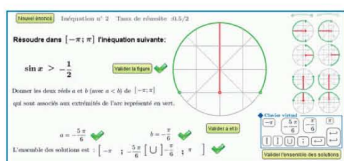
Jean-Marie Laborde (voir son interview en page 18) a en effet été un acteur majeur du développement et de la popularisation de la géométrie interactive, grâce notamment à une implémentation de *Cabri* sur les calculatrices de Texas Instrument.

D'autres outils ont émergé dans son sillage, comme *Geoplan-Geospace*, développé au CNAM par une équipe dirigée par Serge Hocquenghem, qui permet aux figures interactives dans l'espace à trois dimensions de disposer rapidement, elles aussi, d'un logiciel performant.



L'ensemble de Mandelbrot représenté avec Geogebra

Une animation est disponible sur <http://vimeo.com/79099653>



Résolution d'inéquations trigonométriques

http://lyceevalin.fr/maths/exercices_en_ligne/trigo/ineqtrigo.html

Geogebra, l'attrait du gratuit

Depuis l'époque des pionniers, les technologies ont évolué rapidement et se sont démocratisées, si bien qu'aujourd'hui, on compte les logiciels par dizaines, même si l'un d'entre eux semble s'imposer et devenir un standard dans les collèges et lycées, en France comme en Europe : *Geogebra*.

Le développement de *Geogebra* a été mené tambour battant, favorisé par sa gratuité. *Geogebra* gère désormais les nombres complexes et s'est doté d'un module tableur très performant. Il intègre aussi en standard un module de calcul formel (il est à noter que Bernard Parisse, développeur de XCas, a rejoint tout récemment l'équipe de *Geogebra*), un mini éditeur de scripts (en langage propre à *Geogebra* et en langage JavaScript). Cette innovation permet de réaliser des outils pour collégiens et lycéens, comme le *didacticiel* de résolution d'in-

équations trigonométriques représenté ci-contre, que l'on peut essayer en ligne sur le site du lycée Valin. L'auteur de ce didacticiel, Joël Gauvain, a transféré et aiguisé des savoir-faire qu'il avait d'abord développés sous *Geoplan-Geospace*.

Si la version 3D de *Geogebra* qui pointe son nez est encore très balbutiante, on appréciera le module Jython (Python implémenté en Java) qui permet d'interagir avec la figure (voir par exemple <http://www.youtube.com/watch?v=1bwbHHxfkzE>). Cette innovation est heureuse, à l'heure où les classes préparatoires aux grandes écoles adoptent Python. Une certaine continuité est envisageable.

La diffusion de *Cabri*, puis de *Cabri3D*, seul logiciel performant en 3D depuis *Geospace*, a souffert de la concurrence des très nombreux logiciels gratuits. Toutefois, étant donné la lenteur de l'émergence d'outils 3D dont les performances talonneraient celles de la 2D, c'est surtout *Cabri3D* qui reste dans ce domaine le produit le plus attractif.

D'autres développements sont également impressionnants : en France, du fait d'infatigables enseignants du secondaire, promoteurs et contributeurs du libre comme Eric Hakenholz, Alain Busser et Pierre-Marc Mazat, se développent des outils comme *CaRMetal* qui, lui aussi, incorpore un éditeur de JavaScripts enrichis (les *CaRScripts*) ainsi qu'une distribution de *LateX*, ce qui permet un affichage très esthétique des commentaires et formules d'accompagnement des figures. Voir par exemple <http://www.univ-irem.fr/videos/PackageTutoCaR%28A%29Script/CaRScript1/CaRScript1.html> ou le site de l'IREM de La Réunion.

Outre le dynamisme des nombreux développeurs, on peut tirer un coup de chapeau à Christian Mercat, actuel directeur de l'IREM de Lyon et successeur de Serge Hocquenghem à la présidence de l'Association pour l'Innovation Didactique, qui a fait se réunir autour d'une table de travail

commune bon nombre des acteurs européens de la géométrie interactive dans le cadre du projet européen *InterGeo*.

Même si la base de données d'*InterGeo* n'a pas remporté le succès escompté, le concept a été repris par *Geogebra*, et sa base « GeogebraTube ». Le brassage et le foisonnement des idées qui a eu lieu dans ce projet européen n'est pas étranger à divers bourgeonnements actuels.

Prospective : demain est déjà là !

Les derniers-nés de ces programmes sont les pionniers en matière d'interface homme-machine sur tablette, avec gestion des *gestures* : DGpad, suivi un an plus tard par Geogebra (et d'autres logiciels, conçus outre-Rhin et outre-Atlantique) sous Windows 8, Android et iPad.

Des universitaires travaillent sur ces interfaces homme-machine, et il serait logique qu'ils se rapprochent des développeurs de la géométrie interactive. On pense en particulier au travail de David Bertolo sur les nouvelles *grammaires de gestes multitactiles*. Arriveront aussi tôt ou tard les *inputs audio*.

La reconnaissance vocale et le *speech to text* sont mûrs pour être des entrées gérables par les outils de géométrie interactive : déjà utilisés dans des contextes plus riches par nombre d'éditeurs de textes, ils seraient les bienvenus pour le travail des élèves et enseignants à la maison, ou pour les classes adaptées, telles les unités localisées pour l'inclusion scolaire (dispositifs ULIS).

Les tableaux blancs interactifs bénéficient aussi de mode TBI pour CaRMetal et du mode « croquis » sous Geogebra : vous esquissez un cercle, et il est miraculeusement tracé proprement, et traité comme un cercle défini proprement...

Du point de vue des outils, les enseignants, en France et dans bien d'autres pays, sont de toute évidence gâtés. Il y a à peine dix ans, dans leurs rêves les plus fous, ils n'auraient ni osé imaginer pouvoir faire plancher leurs élèves sur des problèmes si motivants, avec des interfaces si modernes, ni pensé pouvoir bénéficier de possibilités de mutualisations par des enseignants partageurs, encore minoritaires.

Gâtés par les outils mis à leur disposition, les profs ? Certes ! Mais pas pour autant gâtés en toutes choses. On peut émettre le souhait ici que la formation continue tout au long de la vie des professeurs de maths ne se transforme pas en auto-formation continue jusqu'au bout de la nuit.

O.R.

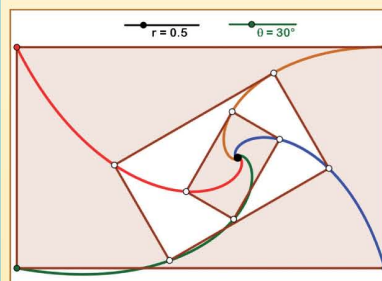
De la géométrie avec un « plus »

Cabri versus Geogebra. Chacune des deux communautés d'utilisateurs revendique la supériorité de son outil. Un de nos collaborateurs (défenseur de Geogebra) apporte ici son témoignage. Un autre (défenseur de Cabri) le fait page 19.

Les particularités de *GeoGebra*, logiciel gratuit de géométrie dynamique 2D, sont révélées par son nom, contraction de *Geometry* et *Algebra*. Comme dans tout logiciel de ce type, il est assez simple d'établir des constructions géométriques à l'aide de la souris et des nombreux menus déroulants. Sa prise en main est rapide car très intuitive. Mais la grande force de *GeoGebra* est la présence d'une fenêtre *Algèbre* et d'un champ de saisie de formules

À tout objet créé géométriquement, correspond automatiquement, dans la fenêtre *Algèbre*, sa forme algébrique mise en surbrillance : les coordonnées s'il s'agit d'un point, l'équation pour une droite ou une conique, la longueur pour un segment, la surface pour un polygone...

Le champ de saisie, ligne de commande algébrique, permet de construire les objets directement, mais aussi d'effectuer des transformations ou opérations sur les objets existants. Pour deux points A et B, en écrivant $U = \text{Vecteur}[A, B]$, vous construisez un vecteur U équipollent au vecteur \overrightarrow{AB} , pour ensuite traduire le polygone *pol1* à l'aide de la commande $\text{Translater}[\text{pol1}, U]$.



Théorème du point fixe.
Centre d'une similitude de rapport $r = 0,5$ et d'angle $\theta = 30^\circ$.
La figure varie dynamiquement en déplaçant les curseurs r et θ .

Signalons encore l'utilité de la fenêtre *Algèbre* pour sélectionner ou désélectionner rapidement l'affichage des objets, la distinction entre les points libres et dépendants d'une construction par un code de couleur, l'insertion d'images, l'affichage conditionnel des objets, un outil navigation qui permet de revoir les différentes étapes de sa construction, l'incorporation directe de formules en LaTeX, etc.

Les fonctionnalités de ce logiciel qui, rappelons-le, est gratuit (licence GPL (General Public License) et facilement téléchargeable, offrent de nombreuses possibilités pédagogiques. Il est facile d'utilisation et bien adapté aux élèves, de la quatrième à la Terminale (et plus). Programmé en Java, il fonctionne sur tous les ordinateurs et permet une exportation des figures sous de nombreux formats. La feuille de travail peut être exportée, en gardant son dynamisme, en tant que page Web (HTML). Toute figure créée est, entièrement ou en partie, exportable sous forme d'image (png, eps, emf ou svg) en choisissant taille et résolution, mais aussi, tout simplement, transférable dans le presse-papier pour être récupéré par Word ou PowerPoint. Enfin, il existe une importante communauté internationale d'utilisateurs de *GeoGebra* qui contribue à son évolution.

Le site officiel en français : <http://www.geogebra.org>.

F.L.