

# Enseigner la géométrie avec le logiciel Cabri-géomètre

## I Un autre rapport à la géométrie

### Cabri ?

Cabri-géomètre (*Cabri* pour CAhier de Brouillon Interactif) est un logiciel de géométrie créé dans le laboratoire LSD2 (Laboratoire de Structures Discrètes et de Didactique) de l'Institut d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble (IMAG) à l'Université Joseph Fourier. Il est le fruit de la collaboration étroite d'une équipe comportant des spécialistes de mathématiques, d'informatique et de didactique, ainsi que des enseignants quotidiennement au contact des élèves.

### Figure - dessin

L'étude de la géométrie accorde une place importante à la notion de figure géométrique, notion difficilement maîtrisée par les élèves. Le mathématicien ne lit pas une figure comme l'élève et ne l'utilise pas de la même façon. Pour mieux le sentir, il est utile de distinguer la notion de figure de celle de dessin. La figure est l'objet théorique géométrique (ou un ensemble d'éléments géométriques liés par des relations) tandis que le dessin est une représentation matérielle de cet objet théorique, une trace sur le sable, le papier, l'écran d'ordinateur ou tout autre support physique.

A un même dessin peuvent correspondre plusieurs figures suivant la lecture théorique que l'on en fait. En particulier, un dessin à lui seul ne peut rendre compte de la variabilité des éléments de la figure à laquelle il est associé. Une description discursive (c'est à dire en mots ou en symboles) est nécessaire en plus du dessin pour déterminer la figure en jeu. Ainsi, les rapports entre figure et dessin ne sont pas simples. Ils interviennent dans les tâches de construction et même de démonstration.

### Enseignement

Lorsque l'enseignant donne une tâche de construction aux élèves, il attend d'eux non la production d'un *dessin* satisfaisant en apparence aux conditions demandées, mais celle d'une *figure* à l'aide d'un procédé reposant uniquement sur des propriétés géométriques. Lorsqu'il demande aux élèves une démonstration d'une propriété, il attend non la constatation sur un dessin de cette propriété mais un enchaînement, selon les règles en vigueur en mathématiques, d'inférences reposant encore sur des théorèmes de géométrie. Le travail en géométrie ne fait appel au dessin qu'en tant qu'auxiliaire et support de la pensée mais n'entrant pas en jeu dans les procédés autorisés. Il est loin d'être immédiat pour les élèves de comprendre ces rapports entre dessin et figure et ce rôle du dessin.

Cabri-géomètre a été conçu avec l'idée de rendre compte de la multiplicité des dessins attachés à une même figure. Ce nouveau mode d'accès à la géométrie transforme évidemment le rapport à la géométrie en offrant de nouvelles possibilités d'opérations sur les objets. Il est intéressant d'exploiter ce nouveau rapport pour l'apprentissage de la géométrie.

### Deux catégories de primitives de tracé

Cabri-géomètre permet de tracer un dessin à l'écran représentant d'une figure géométrique et d'obtenir par déplacement continu d'un de ces éléments un ensemble de dessins attachés à la même figure. Il faut donc communiquer d'une manière ou d'une autre les caractéristiques de cette figure au logiciel. On retrouve là la nécessité d'une description de la figure géométrique qui seule permet de dépasser l'ambiguïté inhérente au dessin. Une caractéristique de Cabri-géomètre réside dans l'existence de deux types de primitives possibles pour cette description :

- les primitives de dessin pur : Point, Droite, Cercle semblables à celles de logiciels comme Macpaint ou Macdraw sur Macintosh ou Paintbrush sur PC.
- les primitives géométriques : celles qui permettent la construction d'objets géométriques dépendant par des relations géométriques d'autres objets.

### D'autres objets géométriques

Avoir à décrire à l'aide des primitives de Cabri-géomètre la figure géométrique à construire oblige à prendre un ordre dans la construction des éléments qui la composent, donc à choisir un certain ensemble de relations de dépendance. La même figure géométrique peut donner lieu à plusieurs constructions à l'aide de Cabri-géomètre.

## II Cabri-géomètre dans l'enseignement de la géométrie

### L'interaction entre perceptif et géométrie

Cabri-géomètre est susceptible de modifier profondément les rapports entre dessin et figure, entre perceptif et géométrie. L'interaction entre perceptif et géométrie peut s'avérer très fructueuse si on sait l'employer et si l'on sait départager ce qui se réfère de chacun de ces deux aspects. Parce qu'à la fois il étend les possibilités du perceptif et qu'il impose l'usage de savoirs géométriques dans le tracé géométrique, Cabri-géomètre fournit un excellent outil pour exploiter une telle interaction.

### Divers types de tâches possibles avec Cabri-géomètre

- 1) *Tâches de construction* : Il ne s'agit plus de produire un dessin mais une figure qui conserve ses propriétés lors du déplacement des objets de base. L'instauration de ce nouveau « contrat » passé avec les élèves va modifier les conceptions des élèves à propos de la notion de figure géométrique. L'élève va devoir apprendre les aspects fonctionnels des objets géométriques les uns en relation des autres, aspects souvent implicites dans l'environnement papier-crayon. Par exemple : la perpendiculaire à une droite est obtenue après avoir montré le point par lequel elle doit passer et la droite à laquelle elle doit être perpendiculaire.

L'ordre de construction et le statut des points de la figure à construire sont source de nouveaux types de problèmes : - problèmes de construction de figures satisfaisant à des contraintes classiques

mais aussi relatives à l'ordre de construction ou au statut des points.

- problèmes dans lesquels on demande de construire une figure telle qu'un de ses points ait une trajectoire déterminée lors du déplacement Cabri-géomètre.

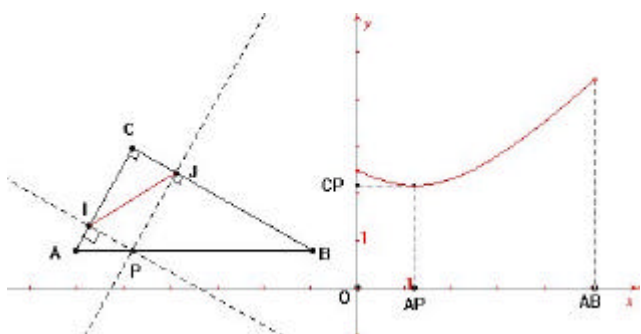
Cabri-géomètre permet d'enlever des articles de menus et fournit ainsi un moyen d'adapter le logiciel à des situations particulières.

On peut enregistrer avec Cabri-géomètre des macros constructions qui permettront soit de répéter plusieurs fois une même construction dans un dessin, soit d'y faire appel dans l'élaboration d'autres constructions (par ex. : macro translation, macro rotation, macro de division d'un segment en  $n$  segments...)

- 2) *Tâches de démonstration* : On pourrait reprocher à Cabri-géomètre de dissuader les élèves d'établir des démonstrations parce qu'ils se satisferaient de la constatation perceptive d'une propriété géométrique :

« si c'est vrai par déplacement, c'est sûrement vrai. » Ne nous faisons pas d'illusion : bien souvent les élèves ne démontrent pas un résultat pour se convaincre de sa validité mais plutôt parce que l'enseignant le leur a demandé. Mais si l'on tient compte de ce reproche, on peut concevoir des tâches dans lesquelles la démonstration est rendue nécessaire par Cabri-géomètre même et que l'on n'aurait pu donner dans l'environnement papier crayon car elles nécessitent l'exploration d'un grand nombre de dessins. Il s'agit par exemple de problèmes d'optimisation ou de problèmes d'inexistence de figures satisfaisant à un ensemble de contraintes.

*Exemple de recherche de minimum* :  $P$  est un point quelconque de l'hypoténuse du triangle rectangle  $ABC$ .  $I$  et  $J$  sont les projections orthogonales de  $P$  sur les côtés de l'angle droit. Le problème consiste à déterminer pour quelle position de  $P$  la longueur du segment  $[IJ]$  est minimum. Ici le déplacement permis par Cabri-géomètre met en évidence le rectangle  $AIPJ$  et permet donc de voir avant de le démontrer que  $IJ$  est minimum quand  $CP$  est minimum.



et si le triangle n'est pas rectangle en C ?

