

GÉOMÉTRIE ET INFORMATIQUE

Michel BONIN, Jean-Marie TERME

PREMIERS ESSAIS DE PROFESSEURS NOVICES

Nous sommes deux enseignants de mathématiques du lycée Marcel Gimond à Aubenas (Ardèche). Après une formation de cent heures en 1983-84 (centrée sur la programmation en L.S.E.), nous avons cherché à intégrer l'informatique dans notre enseignement. La cellule recherche et innovation du rectorat de Grenoble nous a accordé des moyens (trois heures en 1984-85, une heure en 1985-86). Dans un premier temps nous avons observé et expérimenté avec les élèves de seconde et première les didacticiels du C.N.D.P. Notre idée était de tester les logiciels existants, de repérer les éventuels besoins et, pourquoi pas, de contribuer à les combler.

Noirs nous sommes heurtés à une difficulté que nous n'attendions pas : l'absence complète de fiabilité de notre matériel (configuration LX 549 Logabax les lecteurs de disquettes ne supportent pas plus d'un mois d'utilisation intensive ou trois mois d'utilisation modérée, et endommagent fréquemment les disquettes). Par ailleurs, nous ne disposions que d'un seul poste graphique. Dans notre rapport 1985 à la cellule recherche et innovation, nous souhaitions pouvoir disposer de logiciels plus souples et de moyens graphiques.

OUVERTURE VERS LES MOYENS GRAPHIQUES

Le plan informatique pour tous, dotant le collège qui dépend de notre établissement d'un nanoréseau, nous a permis de poursuivre notre recherche dans le sens souhaité. Nous avons pu faire bénéficier les élèves de lycée de cet équipement avec ses possibilités graphiques.

L'un d'entre nous a eu la chance de pouvoir suivre un stage de six semaines au Centre informatique et applications pédagogiques de Grenoble, et de participer également au travail du groupe informatique second cycle de l'I.R.E.M. de Grenoble.

Reprenant des idées issues de ses réflexions antérieures, ce groupe a centré une part importante de son travail sur la spécification de procédures destinées à la géométrie. Il s'agissait de transcrire sur le plan algorithmique et informatique les concepts de base de la géométrie élémentaire (point, droite, vecteur, segment, cercle, ligne brisée, ...). Utilisant l'idée de type (telle qu'elle existe en Pascal), le groupe a rédigé des procédures permettant non seulement le dessin, mais la manipulation des objets géométriques élémentaires : opérations sur les vecteurs, création de figures, transformations géométriques des figures. Les données mathématiques caractéristiques de chaque objet défini et nommé sont à chaque instant disponibles.

Ces procédures ont notamment été rédigées en L.S.E. et en Logo. Ce travail a fait l'objet d'une publication de l'I.R.E.M. de Grenoble¹ où l'on trouvera tous les détails techniques et informatiques que l'on peut souhaiter.

EXPÉRIMENTER UN LOGICIEL EN CRÉATION

Le logiciel de géométrie de l'I.R.E.M., écrit en Logo, répondait à plusieurs de nos souhaits : nous donner des moyens graphiques dans un cadre souple. Nous avons été, comme beaucoup d'autres, très attirés par l'interactivité du langage Logo et la puissance de sa programmation procédurale et récursive. Il n'y a pas lieu d'être inconditionnel pour autant : il faut noter l'absence en Logo de tableaux, dynamiques (comme en L.S.E.) et de types (comme en Pascal). Il n'en faut pas moins remarquer tout autant que Logo déborde largement son image de marque encore actuelle de langage d'initiation pour jeunes enfants. Un langage capable de donner un sens à une suite de procédures telle que :

ÉCRIS ÉQUATION DROITE A B

nous semble commencer à mériter de façon manifeste le titre de langage d'intelligence artificielle.

Nous nous sommes trouvés dans la position très stimulante de pouvoir en même temps participer à l'élaboration du logiciel et l'expérimenter en classe à chaque étape de son développement.

¹ *GEOMETRICIEL, un outil pour la géométrie au lycée ou au collège*, brochure 82 pages et disquette nanoréseau, I.R.E.M. de Grenoble. BP 41 , 38402 Saint-Martin d'Hères Cedex, 65 F.

Chacune des procédures est en effet très courte (trois à cinq lignes de programmation le plus souvent), ce qui permet de les modifier facilement ou d'accroître petit à petit le logiciel. Ce logiciel se présente donc comme un outil accessible et ouvert., adaptable aux situations de la classe et aux souhaits de l'enseignant et des élèves. Chacun peut écrire sa propre version ou ses propres séquences pédagogiques. Il s'agit là en fait à notre avis d'un véritable langage de programmation pour la géométrie.

Dans notre expérimentation avec les élèves, nous nous sommes particulièrement intéressés à la possibilité d'écrire les instructions géométriques soit en clair (dans une formulation la plus proche possible de la formulation mathématique : DROITE, DEMI-DROITE, CERCLE), soit en abrégé (DR, DD, CL).

Nous nous sommes aussi efforcés, utilisant la notion de type de chaque objet, de donner aux procédures le maximum de souplesse. Par exemple, selon les données, l'instructions : DISTANCE A D pourra être comprise par le logiciel comme la distance des deux points A et D ou comme la distance du point A à la droite D. De même différentes façons sont possibles pour définir un vecteur, une droite, un cercle, sans changement du nom de l'instruction.

Enfin, beaucoup d'élèves nous ayant paru gênés l'année précédente par la lourdeur des codes, nous avons étudié la faculté pour les élèves d'être le moins possible contraints par les conventions d'écriture du langage Logo (omission possible des guillemets ou des deux points, même si nous n'ignorons pas leur éventuel intérêt pédagogique).

Sur ce dernier point, nous avons trouvé une solution originale (écriture automatique dans l'éditeur et interprétation d'une procédure variable, de même nom que l'objet, rendant le nom de l'objet).

Nous nous sommes fixé comme objectif pédagogique l'application à des points du cours de la classe de seconde.

L'UTILISATION EN CLASSE

Le logiciel a été utilisé dans les situations suivantes : introduction à la trigonométrie, équations de droites, cercles et tangentes, introduction à la géométrie dans l'espace.

Trigonométrie

Il s'agissait ici d'utiliser surtout l'ordinateur comme outil de visualisation. Nous avons fourni aux élèves les séquences d'instructions leur permettant le tracé du cercle trigonométrique, le choix, d'un point sur ce cercle, la mise en évidence des projections, la comparaison de leurs longueurs avec les valeurs fournies par l'ordinateur utilisé en mode calcul. En même temps cette séance de deux fois une heure et demie en classe dédoublée servait de première introduction au logiciel. La séance débouchait sur l'observation des valeurs trigonométriques remarquables et une séance complémentaire a permis à un petit groupe d'élèves la visualisation graphique des formules élémentaires.

Équations de droites

Le logiciel permet de saisir des points au crayon optique, de les nommer et de connaître leurs coordonnées. Ces dernières sont saisies par Logo sous forme de valeurs entières, ce qui conduit à des exercices simples de recherche d'équations de droites. L'ordinateur est disponible à tout moment :

- pour les dessins qui aident au raisonnement,
- pour les calculs auxiliaires éventuels : comme nous l'avons déjà souligné, Logo permet une utilisation permanente en mode calcul, les élèves peuvent donc utiliser cette possibilité pour réduire leurs équations ;
- pour l'autocontrôle du résultat, le logiciel permettant de connaître les coefficients de l'équation de la droite étudiée. Le travail a été prolongé dans le sens d'une vérification analytique du théorème des médianes et introduction de l'isobarycentre, avec les mêmes avantages (possibilité de connaître les intersections et de tester leur égalité).

Sur ce thème, les variations de données et de types d'exercices sont pratiquement infinies...

Cercles et tangentes

Les deux précédentes activités n'ont pas utilisé à plein une des fonctions majeures du logiciel : permettre la construction de figures.

La possibilité de disposer de procédures d'intersection (ce qui n'est pas le cas, à notre connaissance dans les éditeurs graphiques) permet

d'effectuer rigoureusement toutes les constructions courantes à la règle et au compas.

La simple reproduction de possibilités offertes par le papier et le crayon serait une utilisation bien restreinte de l'ordinateur. Ce que permet d'observer un thème tel que celui-ci, c'est la nécessité de spécifier très précisément pour la machine chaque étape de la construction. Le résultat surprend souvent l'enseignant... quelque peu déçu par la longueur du travail. Pour nous, cela nous semble être une occasion de réfléchir utilement à tous les présupposés et raisonnements implicites que nous utilisons constamment dans notre enseignement. La mise en évidence de leur importance par l'utilisation de l'ordinateur peut nous permettre de mieux comprendre les nombreux blocages possibles chez les élèves dans le raisonnement, notamment dans l'enseignement de la géométrie.

Dans cette séance d'une heure et demie, nous avons construit la tangente à un cercle en un point donné, un cercle tangent à une droite en un point donné, un cercle de centre donné tangent à une droite donnée, mais nous n'avons pas eu le temps d'aborder des problèmes plus approfondis tels que la construction de la tangente commune à deux cercles.

Géométrie dans l'espace

La mise au point d'une procédure permettant de tracer les figures en pointillé nous a permis de faire une première tentative d'application du logiciel à la géométrie dans l'espace. Nous avons construit de plusieurs façons un cube en perspective cavalière en utilisant les possibilités mentionnées plus haut ainsi que le parallélisme et l'orthogonalité.

Bilan

Nous espérons avoir mis en relief la grande variété des situations possibles d'utilisation de ce logiciel. Il peut permettre à notre avis un très grand nombre d'activités non seulement en classe de seconde, mais de la sixième à la terminale inclusivement. Nous n'avons pas encore abordé dans nos classes un domaine potentiellement très riche, celui de la recherche expérimentale d'ensembles de points, qui peut conduire à des constructions simples et la visualisation de courbes telles que paraboles, cissoïdes...

En ce qui concerne les activités que nous avons eues cette année en classe de seconde, nous avons cherché à en tirer un bilan au moyen d'un questionnaire destiné aux élèves. Un point fort de ce bilan : la quasi unanimité à juger l'utilisation de l'ordinateur plus intéressante que les cours habituels. L'utilisation prolongée de l'informatique, en majeure partie sur un même logiciel, ne semble pas avoir entamé la vive motivation des élèves à se rendre en salle informatique.

Nous avons ensuite posé des questions sur les difficultés (lecture de l'écran, utilisation du clavier) qui nous avaient semblé poser problème l'année précédente. Les élèves y ont paru assez peu sensibles cette année : la meilleure qualité du matériel, la réflexion plus importante sur les logiciels, l'entrée dans les mœurs de l'informatique y sont sans doute pour quelque chose. Les élèves sont plus mitigés en ce qui concerne l'apport de ces activités au niveau de l'enseignement : il faut reconnaître que nous étions très centrés sur l'expérimentation du logiciel et la réflexion pédagogique d'adaptation à la classe mérite d'être approfondie : il semble qu'il y ait eu manque de travaux préparatoires notamment (de l'avis de 50% des élèves) et que le manque d'intérêt pour la géométrie ne se soit pas vraiment débloqué (50% des élèves continuent à déclarer ne pas aimer la géométrie, tout en reconnaissant avoir été aidés dans l'acquisition de certaines notions).

Nous retirons quant à nous de cette expérience le sentiment d'avoir progressé dans notre pratique de l'informatique pédagogique et d'avoir rencontré des champs véritablement nouveaux et originaux d'utilisation de l'ordinateur pour l'enseignement : le logiciel expérimenté nous semblerait pouvoir être assez facilement muni d'une commande vocale... Si l'on parlait un peu moins d'enseignement assisté et un peu plus d'enseignement dynamique par ordinateur ?

Michel BONIN
Jean-Marie TERME