

6. Reflets d'une mise en pratique

Michel CHASTELLAIN, maître de didactique des mathématiques du SPES
(Séminaire Pédagogique de l'Enseignement Secondaire du canton de Vaud)
SUISSE

I. CONTEXTE

Depuis plusieurs années, et par suite d'une conjoncture nettement plus favorable que celle d'aujourd'hui, le canton de Vaud (Suisse romande) a doté d'un équipement informatique chacun de ses complexes scolaires secondaires. Dans la grande majorité des cas, le matériel à disposition se compose d'une quinzaine d'ordinateurs «Macintosh» avec disque dur ou deuxième lecteur, d'une imprimante laser ou de plusieurs ImageWriter, ainsi que d'un poste pour le maître muni d'un rétroprojecteur sur grand écran. Quelquefois, ces appareils sont connectés en réseau.

«Cabri-Géomètre» ayant été diffusé de ce côté du lac Léman (parfois appelé lac de Genève !) dès sa création, l'expérimentation s'est déroulée durant les années scolaires 90-91 et 91-92, à deux niveaux différents :

- Dans une classe de 14 élèves de 12 à 14 ans (6e, puis 7e année), appartenant à une section latin-anglais avec une dotation horaire en mathématiques de 4 périodes hebdomadaires de 45 minutes. Pour cette catégorie d'élèves, le programme de géométrie recouvre, notamment, les notions suivantes : systèmes de coordonnées – isométries (symétries, translations, rotations) – homothéties – surfaces et solides – longueurs, aires et volumes – angles (angles inscrits) – cercles – constructions.

- Dans une classe de 21 élèves de 14 à 16 ans (8e, puis 9e année) inscrits dans une filière scientifique (7 périodes chaque semaine, dont une est consacrée au dessin géométrique). Les principales notions de géométrie à traiter sont : trigonométrie (triangle rectangle, puis quelconque) – étude de figures en vue de démonstrations – similitudes et isométries de triangles – théorèmes (Thalès, métriques, ...) – composition de transformations géométriques – lieux géométriques – études de figures de l'espace. En ce qui concerne le dessin géométrique, il s'agit tout d'abord d'affiner la manipulation des instruments de base, lors de différentes constructions élémentaires, puis de s'attacher à la construction de solides et de quelques sections planes de ceux-ci.

L'expérimentation relatée ici n'est pas officielle. Elle tient avant tout à l'enthousiasme procuré par la découverte de «Cabri-Géomètre» et au désir de mettre en place un contexte d'enseignement qui permette aux élèves de trouver, ou de retrouver, un certain plaisir dans la résolution de problèmes de géométrie.

II. MODALITÉS

Les deux classes se sont rendues à raison d'une période par semaine en salle informatique, chaque élève disposant d'un poste de travail. Ce laps de temps a été délibérément «pris» sur les heures de cours, l'idée étant celle de l'outil informatique mis au service des mathématiques. Autrement dit, le but visé résidait dans une utilisation de «Cabri-Géomètre» pour atteindre une partie des objectifs des programmes concernés, les autres l'étant au cours d'un enseignement frontal «traditionnel».

En début d'année scolaire, tous les élèves de 14 à 16 ans ne maîtrisent pas la «philosophie» du Macintosh, mais la plupart ont déjà eu l'occasion de découvrir l'un ou l'autre des logiciels fondamentaux (traitement de texte, éditeur graphique, ...). Par contre, la majorité des élèves de 12 à 14 ans ne connaissent pas le fonctionnement des appareils.

Dans les deux cas, l'enseignement a lieu pour tous les élèves en même temps, le maître étant «seul face à sa classe». Voilà pourquoi certaines notions ou certains problèmes, abordés en salle informatique, ont été repris, voire approfondis, durant une leçon de géométrie.

Il est important de signaler que les élèves avaient la possibilité de travailler sur feuille blanche, parallèlement à leur réflexion à l'aide de l'ordinateur, pour chacune des situations où ils en éprouvaient l'envie. Cette conception est fondamentale dans la mesure où l'apport de «Cabri-Géomètre» ne doit pas supplanter la référence aux outils «traditionnels» de géométrie que sont la règle, l'équerre et le compas.

Chaque élève a disposé d'une disquette sur laquelle il sauvegardait les exercices réalisés. Cette manière de procéder présente plusieurs avantages :

- les enregistrements sur disque dur ne «disparaissent» plus, d'une séance de travail à l'autre, par suite d'une manipulation fautive d'un autre utilisateur;
- le maître, n'étant pas à même de tout contrôler au cours d'une leçon, détient ainsi la possibilité d'emporter les disquettes et de vérifier chez lui, ou ailleurs, les solutions élaborées;
- lorsque le problème proposé nécessite une figure de départ identique pour chaque élève, ou lorsque la «barre des menus» implique une configuration spécifique, l'enseignant a la possibilité d'élaborer la construction de base ou de préparer «l'environnement» de travail, avant de déposer l'information sur chaque disquette;
- l'élève qui a la chance de posséder un appareil similaire chez lui, ou qui vient en salle informatique au cours de la semaine, peut ainsi poursuivre ses investigations. A ce propos, il y a lieu de préciser que dans l'un des bâtiments concernés par l'expérimentation les élèves ont la liberté, après inscription auprès du responsable, de se rendre en salle informatique sans la présence d'un maître, pour autant que celle-ci soit libre.

D'une manière générale, tous les problèmes de géométrie résolus avec «Cabri-Géomètre» ont été imprimés, les productions étant ensuite collées dans les cahiers des élèves afin qu'ils gardent une trace écrite de leurs différentes réalisations. Signalons que celles-ci ont été fréquemment accompagnées de commentaires manuscrits, ou agrémentées du libellé de la construction obtenu à partir de l'outil «Énoncé».

Pour respecter l'esprit de «Cabriole», journal des utilisateurs de «Cabri-géomètre», il convient avant tout de s'adresser aux praticiens-lecteurs. Voilà pourquoi il convient de dégager ici quelques apports et limites, apparus durant l'expérimentation, et qui mettent tout particulièrement en évidence le vécu de classe.

III. APPORTS PÉDAGOGIQUES ET DIDACTIQUES

• Enthousiasme, plaisir de faire de la géométrie

Chaque entrée en salle informatique s'accompagne d'une bousculade suffisamment explicite : les élèves éprouvent toujours beaucoup de satisfaction dans cet environnement familier. Autrement dit, «faire de la géométrie» devient ou redevient attrayant. Cet aspect mérite d'être souligné car, après plus de dix-huit années d'enseignement, je n'avais pas souvent entendu parler d'élèves se précipitant, dès la sonnerie de fin de récréation sur leur crayon, leur équerre et leur compas ! Dans le même ordre d'idée, il faut également relever

que «boucler» la salle informatique en fin de séance n'est pas toujours une chose aisée, tant les élèves s'attardent sur la figure momentanément étudiée !

- **«Cabri-Géomètre» favorise l'autonomie des élèves**

Le maître n'est plus nécessairement «LA» référence et les élèves perdent l'habitude de tout attendre de «celui qui sait» ! Par exemple, ils «questionnent» le didacticiel, ils déplacent un objet pour vérifier l'influence de cette modification sur leur construction, ou encore, ils comparent leur figure avec celle de leur voisin dans un réflexe autocorrectif. De ce fait et indirectement, l'apport du didacticiel valorise les procédures adoptées pour résoudre des problèmes et favorise l'apparition de stratégies propres à chaque individu.

- **L'élève n'est plus «bloqué» devant une figure**



Dans une situation d'enseignement «traditionnel» et face à l'élaboration d'un raisonnement hypothético-déductif, il arrive fréquemment qu'un élève «ne voit» pas ! Si d'aventure sa motivation n'est pas grande, il y a fort à parier qu'il prenne la désagréable habitude d'attendre la démonstration que le maître apportera, tôt ou tard ! On ne saurait l'en blâmer, tant certains cas de figures s'avèrent complexes ou peu «parlant». Avec «Cabri-Géomètre» il en va autrement : les élèves prennent l'habitude de modifier leur construction pour faire apparaître un cas de figure «plus simple» ou s'efforcent de déterminer plusieurs mesures afin de mettre en évidence les «invariants» grâce auxquels ils pourront ensuite mettre en place leur puzzle déductif.

- **L'utilisation du didacticiel suscite une démarche «scientifique»**

La phase de tâtonnements, de doutes, de questionnements, à laquelle les élèves sont confrontés lors de l'investigation «dynamique» qu'ils mènent dans une figure, s'inscrit dans l'esprit d'une démarche de type «scientifique» puisqu'ils émettent des hypothèses, les vérifient, défendent leurs affirmations, comparent leurs résultats auprès des voisins ou encore, justifient leurs actions vis-à-vis du maître.

- **«Cabri-Géomètre» permet de parcourir des activités du programme**

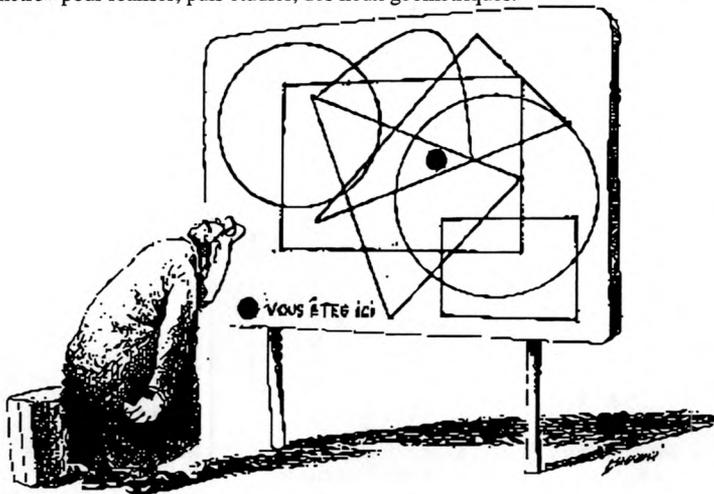
Mis à part les activités d'introduction (qui ont permis de présenter les outils à disposition), tous les problèmes élaborés par les élèves s'inscrivent dans le contexte des programmes concernés :

– en 6e, l'effort (« je devrais dire : le plaisir ») a porté principalement sur des constructions de polygones (triangles, quadrilatères, ...), sur des transformations du plan et sur quelques activités de repérage dans un système de coordonnées ;

– en 7e, les élèves ont élaboré et manipulé beaucoup de constructions faisant appel à la notion de cercle (notamment à propos des angles inscrits). Ils ont également réalisé des constructions élémentaires (bissectrice, médiatrice, ...);

– en 8e, ils ont principalement étudié des figures dans le but de faire ressortir les éléments invariants nécessaires à l'élaboration d'une déduction;

– enfin en 9e année, si les élèves ont abordés de manière générale des problèmes touchant au contenu du programme, tel qu'il figure en première page, ils ont surtout utilisé « Cabri-Géomètre » pour réaliser, puis étudier, des lieux géométriques.



Auto-évaluation

• Le niveau de connaissance des élèves n'a pas diminué

Pour autant que l'on puisse juger, les élèves ne sont pas plus « faibles » qu'avant. Certes, comme nous le verrons par la suite, le nombre d'exercices réalisés n'est pas le même que celui relatif à un enseignement traditionnel, ne serait-ce parce qu'il a fallu consacrer de l'énergie à une mise à niveau des connaissances liées au didacticiel. Mais, il n'est pas prouvé que « faire beaucoup d'exercices » est la garantie d'un bon apprentissage en mathématiques ! Par contre, on peut affirmer sans crainte que dans un domaine au moins l'apport de « Cabri-Géomètre » a pour conséquence une meilleure maîtrise du programme. En effet, pour les lieux géométriques son utilisation se révèle payante car les possibilités d'investigations qu'il offre, grâce à son aspect dynamique, favorisent incontestablement le travail de chacun. J'en veux pour preuve les faits qui suivent.

En 9e année, les élèves de seize ans parviennent au terme de la scolarité obligatoire. A ce stade, notre Système Éducatif impose un examen intitulé « Certificat de fin d'études secondaires », dont l'obtention permet de poursuivre des études au Gymnase (lequel conduit

alors au Baccalauréat). En mathématiques (section scientifique), ce certificat se compose de quatre examens : deux écrits et deux oraux, respectivement en algèbre et en géométrie. Dans l'expérimentation dont il est question ici, les oraux de géométrie de la classe de 9e année ne comportaient que des questions relatives à des lieux géométriques, ce qui n'est pas la coutume car ce chapitre s'avère l'un des plus délicat du programme. Les élèves avaient pour tâche de déterminer un ensemble de points jouissant de la même propriété, c'est-à-dire, de le construire, de le décrire et de l'analyser, si possible en justifiant leurs affirmations. Pour ce faire, ils disposaient d'une vingtaine de minutes de préparation et du matériel traditionnel de géométrie (règle, équerre, compas). De plus, ils avaient la possibilité d'élaborer la recherche et de présenter leur résultat à l'aide d'un ordinateur et de «Cabri-Géomètre». Face à ce choix, il faut souligner que tous les élèves, sans exception, ont opté pour l'ordinateur. Après avoir enregistré leur document sur une disquette, ils ont utilisé ce dossier durant l'examen oral. Plutôt que de démontrer de manière «traditionnelle» au tableau noir, ils ont préféré projeter leur construction sur un tableau blanc, construction qu'ils ont alors complétée et modifiée (à l'aide d'un stylo feutre) au fur et à mesure de leur démonstration, tout en conservant la figure de base intacte. Au plan informatique, il faut relever la parfaite maîtrise des fonctions de base de «Cabri-Géomètre» et 19 élèves sur 21 ont été capables de gérer les données de base pour élaborer correctement le lieu géométrique qu'ils avaient à trouver. Les réalisations ont été présentées soit «point par point», soit à l'aide de la fonction automatique. Au plan des mathématiques, les performances des élèves sont comparables à celles que l'on aurait obtenu sans l'aide de l'informatique, voire supérieures dans la mesure où même les plus «faibles» ont présenté une construction cohérente face à des exercices considérés comme délicats. Relevons cependant qu'une minorité seulement a utilisé habilement la puissance du logiciel pour étudier les cas particuliers qui se présentaient et que peu ont exploité les effets graphiques disponibles pour distinguer les éléments mobiles des éléments fixes. Mais on touche là à des détails qui n'apparaissent que rarement, même après un enseignement plus «traditionnel».

En tant qu'expert, dans la classe de mon collègue Serge Lugon, je n'ai pas remarqué de lacunes dans les connaissances mathématiques des élèves, ni de baisses de performances évidentes qui auraient été dues à une perte de temps liée à la découverte du fonctionnement de «Cabri-Géomètre». De plus, et cet aspect mérite d'être retenu, je n'avais encore jamais assisté lors d'examens «sans ordinateur», à un tel travail en profondeur de la part des élèves sur ce chapitre particulier de notre programme de mathématiques.

Signalons également que l'apport de «Cabri-Géomètre» se révèle spécialement agréable pour l'examineur qui a la liberté d'atteindre, après une brève manipulation, un cas de figure permettant d'aider l'élève à formuler des constats, à énoncer des justifications ou encore à présenter des preuves.



IV. RÉSISTANCES ET OBSTACLES

• Consacrer le temps nécessaire à la maîtrise de l'outil informatique

Il ne faut pas minimiser les différentes étapes relatives à la découverte de «Cabri-Géomètre» et à l'apprentissage des techniques propres à l'outil informatique, étapes qui permettront ensuite aux élèves d'aborder de véritables problèmes mathématiques. Cela signifie pour le maître souhaitant organiser son enseignement en fonction du didacticiel qu'il va le faire au détriment de l'acquisition de nouvelles notions car il doit notamment accepter de consacrer le temps nécessaire à :

- la mise à niveau des élèves dans leur connaissance de l'ordinateur, c'est-à-dire à la découverte des différentes manipulations de base comme : «atteindre» un fichier, enregistrer une séquence, imprimer une figure, etc. Même si les procédures relatives à ces démarches méritent d'être présentées au fur et à mesure de la découverte du logiciel, elles impliquent un laps de temps non négligeable, surtout si les élèves ne connaissent pas la «philosophie» de l'ordinateur avec lequel ils travaillent;

- la découverte des outils à disposition. Bien que leur utilisation se révèle relativement simple, l'expérience montre que cet apprentissage n'est pas toujours immédiat (spécialement avec les élèves les plus jeunes). C'est ainsi que, durant les premières séances, il est préférable de présenter un outil de base et d'entraîner sa manipulation au travers de quelques exercices spécifiques, avant de vouloir présenter le suivant. A vouloir progresser trop rapidement, nous nous sommes parfois retrouvés dans des situations de classe peu prolifiques. Durant ces périodes où il s'agit de revenir à maintes reprises sur l'utilisation de plusieurs outils, le maître éprouve un désagréable sentiment de stagnation, voire de temps perdu;

- la compréhension des différents concepts du logiciel. Par exemple, si en situation «traditionnelle» de classe un élève place, à l'aide de son crayon, un point a sur un segment $[pq]$, il procédera «de même» avec «Cabri-Géomètre» en faisant appel à l'outil «Point de base». Cette démarche, quoique parfaitement cohérente pour l'élève, n'est pas valable

puisqu'un déplacement ultérieur du segment [pq] ne modifie pas la position du point de base a.

• Mise en pratique et assimilation des nouvelles notions

Il n'est guère envisageable de se rendre en salle informatique plus d'une fois par semaine, ce qui explique pourquoi les élèves oublient souvent les manipulations de base. N'ayant pas l'occasion d'entraîner ces nouvelles connaissances, ils éprouvent de la difficulté à progresser. Bien qu'avec l'expérience cette problématique s'estompe, il faut bien admettre que la «rentabilité» des premiers mois se révèle relativement mauvaise et que le maître doit faire part d'une bonne dose de confiance dans la réussite d'une mise en pratique à long terme.

• Contraintes institutionnelles

Les contraintes institutionnelles fixent des normes, notamment pour ce qui touche au passage à un degré supérieur. Dès lors, un enseignant a-t-il le droit de consacrer une période hebdomadaire à des activités traitées à l'aide de «Cabri-Géomètre», sans évaluer les acquisitions de ses élèves ? Ou alors peut-il élaborer un contrôle écrit, pour note, risquant de pénaliser ceux dont la maîtrise informatique se révèle déficiente, alors que leurs connaissances mathématiques s'avèrent suffisantes ?

Dans un autre ordre d'idée, on ne peut passer sous silence le regard des collègues, voire les propos des parents qui développent, chez le maître, un sentiment de culpabilité étant donné que «l'Institution» semble réclamer des résultats tangibles comme des pages d'exercices ou encore une «avance» dans le programme : «Qu'est-ce que c'est que ces leçons de mathématiques où nos enfants s'amuse ? – Comment se fait-il qu'ils n'aient pas de devoirs ? – L'évaluation commune de fin de semestre mettra en évidence le temps perdu ! – Les programmes ne sont-ils pas déjà surchargés ? – etc.»

• Inflation de travail pour le maître

L'énergie dépensée par l'enseignant en salle d'informatique et sans aucun doute plus importante que celle qu'il doit mettre en jeu dans sa classe. Avec «Cabri-Géomètre», comme avec tout autre logiciel d'ailleurs, il faut inlassablement «papillonner» d'un ordinateur à l'autre, saisir instantanément le cheminement logique de l'élève qui appelle, pour déceler la faille de son raisonnement, répondre à de multiples questions de niveaux différents en s'efforçant de rendre tolérable l'attente de chacun ou encore, «déplanter» un ordinateur par suite d'une mauvaise manipulation de son utilisateur. Cette situation provient du fait que le travail en salle d'informatique permet aux élèves d'avancer à leur propre rythme, tout en étant stimulés par d'éventuels partenaires. Si cette autonomie est souhaitable, elle conduit cependant à de grands écarts entre les élèves et, par là même, amplifie les activités du maître, notamment au plan de sa disponibilité.

Et puis, il existe aussi la difficulté, paradoxalement désagréable, de capter l'attention des élèves, chacun étant actif devant son ordinateur. Le maître rencontre beaucoup de peine à faire passer un message commun. Après quelques explications la tentation de revenir à son écran et à son propre problème l'emporte et le maître a la désagréable impression de prêcher dans le désert.

• Problèmes d'ordre matériel

La pratique révèle également que certains jours sont maudits, tant les pépins techniques sont fréquents (panne d'imprimante, réseau qui ne fonctionne pas, «bombes» d'un Macintosh, disjoncteur qui «saute», etc.) ! Même si cet aspect peut faire sourire le lecteur, il faut bien constater que le risque de rencontrer ces désagréments est fonction du taux d'occupation de la salle informatique : plus le nombre de collègues qui l'utilisent est élevé et plus les problèmes de ce type sont fréquents.

V. CONCLUSION

Les propos qui précèdent montrent que le bilan final de l'expérimentation est positif : les élèves ont progressé dans l'acquisition de nouvelles connaissances mathématiques et leur motivation pour «faire» de la géométrie est retrouvée. Il ne faudrait cependant pas en déduire qu'il suffit de présenter «Cabri-Géomètre» aux enseignants pour que «ça marche» ! En effet, malgré l'intérêt suscité au premier abord par cette nouvelle modalité d'enseignement, les maîtres hésitent à se lancer dans l'aventure tant qu'ils ne maîtrisent pas le didacticiel. Car enfin, quel maître accepte-t-il de proposer des problèmes à ses élèves, problèmes qu'il n'est pas nécessairement capable de résoudre avec «Cabri-Géomètre» ? Le lecteur comprendra aisément que la réticence est ici de caractère affectif, par suite de la perte d'un certain pouvoir, de la modification du statut de «celui qui sait» et de l'image de marque qu'il souhaite dégager. Autrement dit, l'utilisation de «Cabri-Géomètre» en classe change le rôle de l'enseignant qui passe de celui de meneur de jeu à celui de conseiller : il cherche avec les élèves, il informe (à propos, par exemple, de la façon d'utiliser tel outil), il pose des questions («As-tu pris la peine de vérifier la mesure de ces deux angles ? – Le déplacement du point a aura-t-il des conséquences ? – etc.»), il «relance» la recherche («L'extrémité du segment [rs] fait-elle partie du lieu géométrique cherché ?»), il suggère («N'oublie pas de camoufler les droites de construction afin d'aérer ta figure»), bref, il s'abstient d'apporter des indications prématurées, voire la solution. Ce faisant, il se garde de juger et accepte le droit à l'erreur des élèves comme partie intégrante de l'élaboration du savoir mathématique.

Cette modification fondamentale de conception méthodologique et didactique passe par une formation et un encadrement des enseignants qui représentent des conditions sine qua non pour la mise en pratique généralisée de «Cabri-Géomètre». Ne pas prendre conscience de cette nécessité, c'est courir le risque de passer à côté d'un instrument qui valorise l'enseignement des mathématiques tout en redonnant du plaisir aux élèves.