

USAGE DES TICE

Le point de vue du prof

Disposer d'outils complets mais qui laissent suffisamment de place à l'initiative et à la démarche personnalisée, être formé technologiquement mais aussi dans la relation nouvelle qui s'établit avec ses élèves, telles sont quelques-unes des conditions qui s'imposent à l'enseignant pour un usage sans crainte des TICE.



Colette Laborde est didacticienne.

Elle a participé activement à la création de Cabri, et aujourd'hui de Cabri Factory.

Les références de cet article sont consultables sur le site www.tangente-education.com

Un des trois axes du plan « Informatique pour tous » en 1985 portait sur la formation des enseignants : 110 000 enseignants formés dans un stage de 50 heures [Archambault, 2005]. Presque trente ans après, la formation des professeurs à l'usage des TICE reste la pierre angulaire de leur intégration dans l'enseignement.

L'intégration des technologies n'est pas une tâche facile pour les enseignants et des recherches sur les pratiques des plus expérimentés d'entre eux dans des classes ordinaires ont montré que ces derniers pouvaient réduire le potentiel de la technologie pour garder un contrôle sur leur classe [Ruthven et al. 2005]. Par exemple, dans un environnement de géométrie dynamique, ils utilisaient eux-mêmes le logiciel en démonstration collective ou s'ils laissaient manipuler les élèves, ne leur permettaient de déplacer le sommet de l'angle inscrit que sur un arc de cercle et non sur le cercle entier, pour éviter la rencontre de l'angle inscrit supplémentaire ; certains enseignants choisissaient soigneusement les extrémités de l'arc pour que l'angle au centre ait une mesure paire (arrondie au degré). La possibilité de déplacer le sommet de l'angle inscrit en dehors du cercle, donnant à voir que plus le sommet s'éloigne du centre plus la mesure de l'angle diminue, n'était pas utilisée. Dans le déplacement du sommet sur l'arc de cercle, la technologie n'a qu'un rôle amplificateur d'illustration de l'invariance de la mesure de l'angle. Dans le déplacement dans tout le plan, elle va au-delà de l'illustration, elle donne sens à la propriété d'invariance en mettant en évidence la décroissance de la mesure de l'angle en

**Apport de l'usage des TICE :
amplification versus
réorganisation conceptuelle**

fonction de la distance du sommet au centre du cercle.

La technologie prend alors un rôle de *réorganisation conceptuelle* selon les termes du psychologue Pea (1985).

Les TICE doivent être à la fois au service des mathématiques et de leur apprentissage

Passer de tâches dans lesquelles la technologie n'est qu'amplificatrice du papier crayon à des tâches nouvelles ne pouvant exister en papier crayon demande du temps aux enseignants qui doivent finalement développer un double processus d'instrumentation :

- l'instrumentation de la technologie pour *faire* des mathématiques,
- l'instrumentation de la technologie pour *faire apprendre* les mathématiques.

Cette double genèse instrumentale met en jeu un ensemble complexe de plusieurs types de connaissances en interaction, sur la technologie, sur les connaissances des élèves à la fois de la technologie et des mathématiques, sur les savoirs mathématiques et leur médiation par la technologie.

Non seulement les enseignants doivent s'approprier l'environnement, mais ils doivent aussi anticiper les procédures possibles des élèves avec les outils du logiciel en tenant compte de leurs connaissances, tant en mathématiques que sur l'environnement. Cela pour au moins deux raisons :

- s'assurer que les stratégies de solution probables correspondent aux objectifs d'apprentissage poursuivis ;
- être capable en classe d'interpréter sur le champ un écran d'élève, les observations d'élèves montrant qu'ils se livrent à un bien plus grand nombre d'actions sur ordinateur qu'en papier crayon.

Une telle genèse demande du temps et... de l'aide. La formation initiale et continue des enseignants s'avère donc cruciale pour que les enseignants puissent tirer parti des TICE.

Appropriation par les enseignants : des limites encore marquées avec les ressources actuelles

Différentes initiatives ont été engagées dans l'accompagnement des enseignants par la formation continue : en France, le SFODEM [Guin et al. 2008], Pairform@nce [Soury Lavergne et al. 2011]. Ces formations sont en général centrées sur la conception collaborative de ressources par des groupes d'enseignants. Elles ont un impact positif sur les pratiques mais sont coûteuses en temps. Cette voie a aussi été prise par les sites Internet rassemblant des fichiers destinés aux enseignants. Des faiblesses ont été identifiées [Robertson cité par Traglova et al. 2011] : difficultés de trouver les ressources appropriées pour un contexte spécifique, qualité très inégale des ressources, difficulté d'appropriation par l'enseignant...

Mais il faut se rendre à l'évidence : les critères de qualité sont encore peu connus. La qualité des ressources est en effet un élément critique dans l'usage des TICE. Il est inutile de recourir à la technologie pour donner une tâche identique à celles en papier crayon. La technologie doit apporter une plus-value sur le plan conceptuel.

Dans ce domaine, la théorie des situations didactiques et celle des champs conceptuels offrent des éléments d'analyse qui peuvent être utilisés pour évaluer cette plus value :

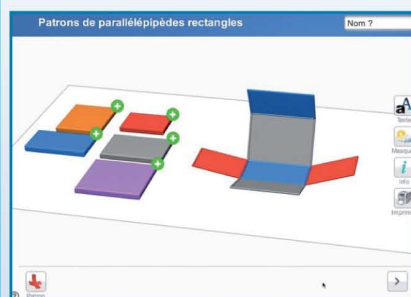
- La ressource numérique sollicite-t-elle des nouvelles stratégies de résolution en lien avec les apprentissages visés, des usages de propriétés mathématiques dans des contextes différents ?
- Fait-elle travailler les passages entre registres de représentation, offre-t-elle des rétroactions portant sur les mathématiques en jeu visibles et interprétables par les élèves ?

Or si les critères de jugement des manuels scolaires ont été explicités depuis 25 ans grâce à une initiative conjointe de l'APMEP (1979) et des IREMs, l'équivalent pour les TICE n'est ni centralisé, ni largement diffusé et les différents critères d'analyse des ressources numériques restent trop souvent restreints aux communautés d'ergonomes ou de didacticiens.

Le questionnaire d'évaluation de qualité des ressources du projet *Intergeo* [Traglova et al. 2011] sur les ressources de géométrie dynamique contribue justement à pallier ce manque, en développant des critères portant sur quatre catégories : la correction mathématique et l'adéquation au curriculum, la valeur ajoutée de la géométrie dynamique pour l'apprentissage, le potentiel d'intégration de la ressource dans un processus ordinaire d'enseignement, l'ergonomie de la ressource et son adaptabilité.

Cabri Factory : du prêt-à-porter au sur-mesure

Cabri Factory est une nouvelle ressource numérique interactive de mathématiques dynamiques pour la 6^e et la 5^e, extensible et adaptable par les enseignants. Elle propose un *continuum* entre des activités de qualité et des outils de génération quasi-immédiate de nouvelles activités sur mesure, adaptées aux besoins des élèves de chaque enseignant.



L'atelier des patrons en 6^e

Cabri Factory contient des activités prêtes à l'emploi tirant parti de la technologie et l'enseignant peut en créer de nouvelles avec trois degrés différents de liberté :

- il paramètre les activités toutes prêtes (voir encadré en page 10),
- il crée de nouvelles activités à partir d'une coquille, un « générateur », sur un thème mathématique,
- il a le champ libre dans les « ateliers », environnements ouverts avec de nombreux outils pour chaque grande rubrique du programme : figures, patrons, nombres, mesures...

Dans les deux premiers cas, les activités créées par l'enseignant gardent les mécaniques d'évaluation des réponses des élèves à chacun des trois essais pour répondre.

L'espace de liberté de l'enseignant est plus grand dans un générateur que dans le paramétrage. Ainsi, le générateur sur le calcul d'aires en 5^e permet de créer n'importe quelle activité de calcul d'aire de figures variables, avec au choix une ou deux questions, et offre plus d'une douzaine d'outils pour créer une grande variété de figures (2D ou 3D).

Un outil d'enregistrement de la suite des actions d'une solution permet de créer en une ou deux minutes une vidéo à visionner par l'élève.

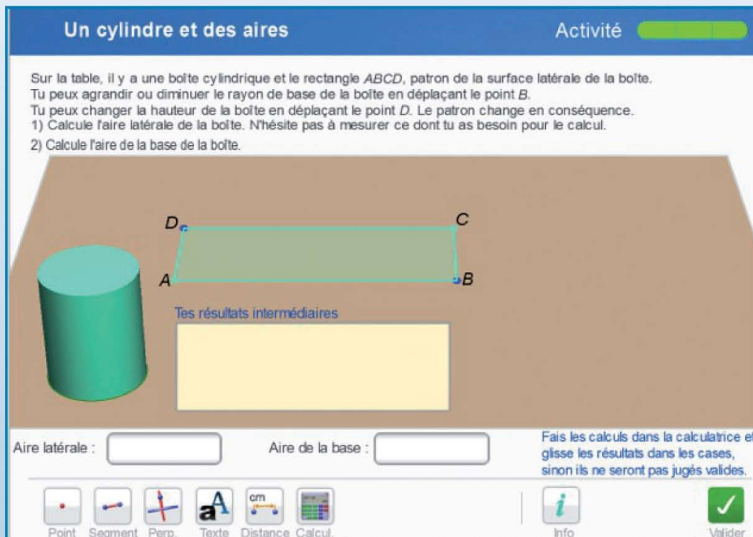
Un triple principe fonde Cabri Factory :

- un étayage variable selon le degré de familiarité des enseignants avec les TICE,
- un étayage par paliers laissant du temps à l'enseignant pour exploiter les possibilités de la ressource de façon de plus en plus autonome,
- une ressource évolutive selon les besoins spécifiques des élèves de chaque enseignant.

Des enseignants novices peuvent au début utiliser les activités prêtes à l'emploi, ne procéder que dans un second temps à des changements et seulement après une meilleure connaissance des usages par les élèves, commencer à utiliser les générateurs pour créer leurs propres activités. Des enseignants plus aguerris peuvent d'emblée procéder aux paramétrages des activités prêtes. Les adeptes des mathématiques dynamiques se lancent dans les générateurs ou les ateliers. Toutes les ressources modifiées ou créées peuvent être mutualisées entre enseignants (en licence Creative Commons), étendant ainsi l'étayage assuré par la ressource.

Paramétrage d'une activité dans Cabri Factory : exemple du calcul d'aire

Une activité livrée « clés en mains » au niveau 5^e porte sur le calcul d'aires. Sur l'écran ci-dessous, on peut lire les deux questions, de difficulté différente, la première mettant en jeu des connaissances de base, la seconde nécessitant une étape intermédiaire (non indiquée). Les questions concernent un cylindre variable dans un environnement de mathématiques dynamiques. Les résultats des calculs faits avec la calculatrice à partir de dimensions mesurées sont mis à jour lors des variations du cylindre.



L'activité évalue donc le résultat numérique de l'élève et le processus de calcul. Si l'élève se contente de taper le résultat pris sur un camarade, sa réponse est invalidée.

La valeur ajoutée par l'informatique est multiple : initiative plus grande de l'élève qui doit choisir les éléments à mesurer utiles au calcul, travail sur des figures variables et sur le processus de calcul, manipulation en 3D.

L'enseignant peut ne donner que la première question aux élèves les moins avancés et réserver la seconde question pour plus tard. Il déplace un curseur réglant le nombre de questions. Il lui suffit alors d'enregistrer l'activité sous un autre nom. Elle est prête pour les élèves, la mécanique d'évaluation des réponses fonctionnant toujours.

Bien d'autres possibilités de paramétrage existent et sont indiquées à l'enseignant. En deux ou trois minutes, il peut rendre la tâche moins ouverte en enlevant l'outil de mesure et affichant les mesures utiles pour le calcul, il peut afficher le rayon du cercle de base pour enlever une étape de la question 2. Il peut tout aussi rapidement augmenter la difficulté de la tâche, en demandant d'emblée l'aire totale du cylindre. Suite aux changements effectués, le calcul de la note de l'élève reste assuré par la ressource et l'enseignant continue d'avoir accès au temps mis par l'élève et au nombre d'essais pour résoudre chaque question.

Cabri Factory vise à faire gagner du temps sur des aspects techniques de la conception des activités et de leur correction pour que l'enseignant puisse se concentrer sur les aspects didactiques des tâches et de leur résolution par ses élèves.

Une voie nouvelle : un étayage par les ressources

On peut résumer de façon lapidaire la situation actuelle des enseignants en absence d'un accompagnement dans l'usage concret des TICE dans leur classe, comme placés entre :

- d'une part des ressources toutes prêtes mais ne satisfaisant pas complètement aux besoins spécifiques de leurs élèves
- d'autre part des environnements ouverts où tout est possible mais demandant un temps de création et des compétences,

Une voie nouvelle consiste à offrir dans les ressources mêmes un matériau de départ de qualité et les moyens technologiques et didactiques d'adaptation de ce matériau, de façon plus précise :

- des activités prêtes à être données aux élèves,
- les raisons des choix didactiques de ces activités,
- mais aussi des possibilités de modification fondées sur une analyse didactique des tâches proposées, modifications réalisables facilement et en un temps court grâce à la technologie,
- l'explicitation des incidences de ces modifications sur les processus de résolution probables des élèves,
- des mécaniques d'évaluation des réponses.

Une telle symbiose offre un étayage aux enseignants [Bruner 1983].

Le concept d'*étayage* renvoie aux interactions de tutelle de l'adulte avec l'enfant ou d'un expert avec un novice ou moins expert pour lui apprendre à organiser ses conduites afin de résoudre un problème. Il est difficile pour les futurs enseignants novices dans l'usage de technologies de concevoir des tâches *ex nihilo*. Ils ont besoin de situations existantes dans l'environnement qui leur servent de référence pour bâtir d'autres situations [Tapan 2006]. Au sens de Bruner, l'activité toute prête remplit justement la fonction de présentation de modèle. Les paramétrages possibles remplissent d'autres fonctions de l'étayage :

- celle d'enrôlement en suscitant l'adhésion de l'enseignant par l'exercice possible de sa liberté de choix didactiques,
- celle de réduction des degrés de liberté, par rapport à un environnement ouvert sans activité proposée au départ,
- celles du maintien de l'orientation et du contrôle de la frustration, changement d'objectifs et déception étant susceptibles d'apparaître chez les concepteurs d'activités trop ambitieuses par rapport à leurs connaissances sur l'environnement. L'indication des choix de paramétrage et de leurs incidences sur la tâche à réaliser par l'élève maintient de plus l'attention de l'enseignant sur l'analyse didactique de l'activité.

C.L.