

Les mathématiques à l'école élémentaire, une science expérimentale ?

Thierry Dias

Le brin de provocation que comporte ce titre prend sa source dans deux idées qui ne font pas l'unanimité dans la communauté scientifique et pédagogique. La première est de concevoir les mathématiques comme une science expérimentale ; la deuxième est que l'enseignement des sciences dites « expérimentales » ne s'appuie pas réellement sur une pratique expérimentale. Deux vastes champs de questionnement et de recherche pour la formation initiale des professeurs des écoles et pour les pratiques dans les classes aujourd'hui.

L'activité mathématique, historiquement attachée à la modélisation du réel, a atteint une abstraction qui fait désormais souvent obstacle à son enseignement et peut même conduire jusqu'à un rejet de ses objets par bon nombre d'individus. Pourtant, de par leur origine empirique, les mathématiques ont d'abord eu affaire à l'expérience de la réalité. L'une de ses principales branches, la géométrie, est même née comme une science de la nature.

Quatre caractéristiques peuvent permettre de définir les sciences expérimentales :

- Dans ces sciences, la difficulté de contrôler les phénomènes du réel oblige le savant à organiser un détour par son laboratoire. C'est dans ce lieu construit qu'il peut mettre en œuvre l'expérience (au sens du processus d'expérimentation).

- La pratique engendrée par la démarche expérimentale recourt à la modélisation et à l'utilisation d'instruments. On admet donc que le travail scientifique se fasse sur des données recueillies dont l'interprétation est facilitée par l'emploi d'instruments appropriés.

- Dans tout processus expérimental, la communication et la formulation sont essentielles car elles garantissent l'explication et une certaine transparence de la recherche.

- Enfin, l'activité expérimentale implique la formulation d'hypothèses soumises à validation ou réfutations. Cette caractérisation rejoint les préconisations des programmes de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire aujourd'hui. Que l'on fasse en effet référence à la *dimension culturelle des mathématiques*¹ ou à la construction d'une véritable attitude scientifique face à la connaissance, on peut alors classer les mathématiques au sein des disciplines expérimentales (telles qu'elles viennent d'être rapidement définies).

Prenons pour illustration une pratique innovante et trop peu répandue, l'utilisation de l'outil informatique au service de la construction et de la compréhension des objets géométriques. Le logiciel de géométrie Cabri² montre bien comment renforcer le lien entre expérience et mathématiques. En effet, il permet non seulement d'observer des objets construits, de faire des hypothèses sur ce qu'on observe mais aussi de mener des conjectures avec recherche d'une validation et/ou d'une réfutation. On se trouve dans une démarche de type expérimental s'appuyant sur la découverte, l'observation, la formulation de questions ou problèmes ; avancer ainsi par essais erreurs permet d'établir un rapport différent aux objets mathématiques.

Du côté des stagiaires IUFM

En dépit de ma courte expérience en formation initiale, il m'apparaît que le difficile rapport aux mathématiques des professeurs des écoles stagiaires de l'IUFM prend sa source dans les éléments épistémologiques présentés ci-dessus. L'IUFM est peut-être, pour certains étudiants, le premier lieu où ils

¹ Document d'application des programmes, Introduction.

² Cabri Géomètre est un logiciel de géométrie dynamique développé essentiellement pour l'enseignement secondaire, mais de nombreuses recherches actuelles en étudient les applications à l'école primaire.

expérimentent des mathématiques. Avant cette rencontre ils ont souvent accumulé des connaissances comme des pièces détachées d'un grand puzzle.

En suivant François Connes³, je caractériserai le rapport de ces étudiants aux mathématiques comme une suite de croyances : "*Faire des maths*" c'est dur ! "*Faire faire des maths*", c'est plutôt simple... "*Regarder ce que ça donne*" à quoi bon ?

En effet, à l'issue d'un assez long cursus universitaire (aujourd'hui bac+3), les étudiants de l'IUFM provenant de départements non scientifiques n'ont des mathématiques qu'un souvenir plus ou moins douloureux, le dernier en date étant parfois celui de la préparation d'un concours dans lequel la partie mathématique a pu représenter à elle seule l'obstacle prédominant. Ces pratiques mathématiciennes vécues dans des contextes évaluatifs, ou pour le moins "sous contrôle", sont alors parfois assimilées au sentiment de difficulté voire d'échec, ce qui les pousse fréquemment à conclure, comme on peut l'entendre dans leurs propos : "*faire des maths, c'est dur (puisque c'est dur pour moi)*." La découverte des contenus mathématiques de l'école primaire peut alors être vécue comme une sorte de délivrance : les concepts et notions énoncés dans les programmes rassurent les étudiants sur la distance minimum entre connaissances de l'enseignant et connaissances des élèves. Survient alors la deuxième croyance : "*faire faire des maths, c'est facile*".

Ce point de vue devient très vite un obstacle à l'analyse et à la compréhension de l'erreur. Qu'est-ce qui peut faire autant résistance dans la tête de ce jeune élève de CP n'arrivant pas à dire "7" alors qu'il énonce la comptine numérique ? Pensons à la scène remarquable du film *Etre et avoir* : le chiffre sept est *naturellement après six*, pense l'éducateur. La longue durée qui nous sépare de notre propre construction de telles connaissances de base est un obstacle dans l'acte d'enseignement (surtout avec de très jeunes élèves). Il est nécessaire "d'entretenir son propre rapport à l'ignorance" nous dit encore François Connes³.

Réconcilier avec les maths

Analyser les travaux d'élèves n'est pas seulement une activité préparatoire au concours de professeur des écoles. La question de la correction et son rapport avec la validation est une autre source d'interrogation en formation initiale. "Que faut-il corriger, quand et comment ?" La résolution de problème est aujourd'hui officiellement énoncée comme devant occuper une place centrale dans les apprentissages. Afin de donner *consistance* à cette préconisation, je propose aux stagiaires professeurs d'école une activité particulière en formation initiale. À chacune de nos séances, nous prenons un temps intitulé : *faire des maths*. Un moment d'apprentissage pédagogique et didactique pendant lequel les étudiants sollicitent leurs propres rapports aux objets mathématiques dans des activités de résolution de problème. L'objet est double puisqu'il s'agit en quelque sorte de *faire du vélo tout en se regardant pédaler*. Cela conduit chacun à s'interroger sur l'ensemble des paramètres qui font la pertinence d'une situation : formulation de l'énoncé, choix du dispositif de travail, représentations en jeu, notions et concepts sous-jacents, obstacles envisageables... Les stagiaires peuvent ainsi dépasser leurs réticences en se rendant compte que l'activité de recherche en mathématiques emprunte de nombreux paramètres à la démarche scientifique (prise en compte de l'erreur, décentration de la recherche d'une solution unique, découverte des différences dans les procédures) ; cette découverte est un facteur de *réconciliation* des enseignants avec les maths.

Alors, que faire en classe ?

L'engouement de ces dernières années pour les démarches expérimentales du type-"la main à la pâte" est un point d'appui pour motiver les jeunes professeurs d'école à adopter des méthodes similaires en mathématiques. C'est ainsi que la pratique des défis-maths, des rallyes, des concours ou ateliers de recherche de problèmes plus ou moins ouverts intègre la dimension expérimentale de la recherche dans des situations problématiques. On y encourage la production d'hypothèses, de conjectures ; on y développe le débat et l'argumentation au cours de rencontres entre petites communautés de chercheurs. La préparation de ces phases d'échanges nécessite que chaque équipe de chercheurs produise des traces

³ "Faire des maths, faire faire des maths, regarder ce que ça donne", François Conne, in Lemoyne Gisèle & Conne François, *Le cognitif en didactique des mathématiques*, Les Presses de l'Université de Montréal 1999

écrites (sous la forme du cahier d'expérience) afin de rendre explicites les étapes ayant conduit à la preuve ou à la réfutation des conjectures.

Mais rendons-nous à l'évidence, ces pratiques restent minoritaires, et ce constat s'applique aussi à la mise en œuvre de véritables expérimentations dans l'enseignement des sciences. Les difficultés se situent bien au-delà de la préparation matérielle supplémentaire qu'engendrent ces dispositifs de travail ; il est vraisemblable que l'obstacle se situe davantage dans *le changement de contrat didactique* impliqué par ces situations. En effet, les éléments qui les caractérisent (environnement matériel, dispositif pédagogique et interventions probables de l'enseignant) bousculent les habitudes et rendent à la fois la préparation plus complexe et la conduite de classe plus délicate. Les communautés d'élèves chercheurs doivent échanger, débattre, argumenter, se tromper. Le rapport au temps didactique est lui aussi bouleversé : "*cela prend trop de temps*". La position de l'enseignant débutant est donc a priori assez inconfortable. Mais comme les difficultés de préparation matérielle sont plus réduites en Maths que pour des objets physiques ou vivants, on peut espérer que les jeunes enseignants feront des mathématiques *la science expérimentale* enseignée à l'école primaire ! Pour cela, l'enjeu se situe autant dans leur formation initiale que continue, qui doivent contribuer à créer des rapports différents entre enseignant et savoir mathématique en jeu dans la situation : des rapports moins conflictuels, tolérant le tâtonnement et l'erreur. C'est donc une pratique de la science en tant qu'interrogation, action, investigation, expérimentation et discussion qui est ainsi visée.

Thierry Dias
Formateur des professeurs d'école
IUFM de Lyon

Citations détachées

L'activité mathématique, historiquement attachée à la modélisation du réel, a atteint une abstraction qui fait désormais souvent obstacle à son enseignement.

Encourager la production d'hypothèses, de conjectures, développer le débat et l'argumentation