

EXPERIMENTATION EN MATHS : DE QUOI PARLE-T-ON ?

Thierry DIAS

Formateur associé, IUFM
Laboratoire LIRDHIST Lyon 1
thdias@wanadoo.fr

Résumé

L'article suivant propose une brève présentation du travail de Gérard Kuntz publié dans la lettre de la veille scientifique et technique de l'INRP à laquelle j'ai participé en tant que co-auteur avec Viviane Durand Guerrier. Cette lettre traite de la dimension expérimentale des mathématiques dans l'enseignement. J'en proposerai une lecture spécifique en essayant notamment de clarifier la notion d'expérimentation sur un plan épistémologique, mais aussi en abordant quelques principes didactiques qui lui sont corrélés.

I – QU'EST-CE QUE "LA LETTRE DE LA VST"

Ces lettres d'information sont des publications de la cellule Veille Scientifique et Technologique de l'Institut National de Recherche Pédagogique. Elles offrent un panorama relativement exhaustif des ressources mises à disposition sur le site de l'INRP. Elles traitent chaque mois d'une thématique en relation avec l'actualité française et internationale des recherches en éducation.

"Démarche expérimentale et apprentissages mathématiques", dernier numéro en date de ces lettres, est une étude collaborative entre un auteur principal, Gérard Kuntz, et une équipe restreinte¹. On peut à ce jour la consulter sur le site Educmath (<http://educmath.inrp.fr/Educmath>) dans la rubrique Etudes.

Elle propose dans une première partie une réflexion sur la question très actuelle du "pourquoi" de l'expérimentation dans l'enseignement des sciences. Les arguments avancés concernent à la fois les difficultés ressenties par les enseignants de REP dans la transmission des savoirs de leur discipline, mais aussi l'arrivée massive des outils TICE dans les cartables des collégiens. Enfin, est évoqué aussi comme argument la toute récente prise en compte de la transdisciplinarité au sein de dispositifs institutionnalisés comme les IDD et les TPE.

Vient ensuite l'inventaire des prescriptions institutionnelles prélevées dans les différents programmes de l'école, du collège et du lycée. C'est ici l'occasion de montrer que les textes

¹ Cette étude de MathEduc est le fruit d'une collaboration entre : l'auteur principal Gérard Kuntz (animateur de l'APMEP et du réseau des IREM), F. Poyet (Veille Scientifique et Technologique), F. Carraud (Centre Alain Savary, Lyon), V. Durand-Guerrier et T. Dias (IUFM et LIRDHIST, Université Lyon 1), L. Trouche (INRP).

institutionnels sont extrêmement nombreux et convergents sur la place à accorder aux démarches expérimentales au sein même de la discipline mathématique.

De nombreux exemples de mise en œuvre d'une démarche expérimentale dans l'enseignement des mathématiques illustrent pour terminer cette première partie de l'étude. Ils proviennent d'horizons multiples et internationaux, et témoignent d'une histoire déjà fournie sur les projets concernant la dimension expérimentale.

Mais l'introduction d'une dimension expérimentale dans l'enseignement des mathématiques n'est pas sans soulever des débats au sein de la communauté éducative, la lettre en propose alors une lecture personnalisée en présentant un certain nombre de questions parfois douloureuses.

II – EXPÉRIMENTATION EN MATHS : DE QUOI PARLE-T-ON

Expérimenter en mathématiques, pratiquer la démarche expérimentale, ces expressions ont dans la lettre comme dans les propos qui vont suivre un sens très défini. Il s'agit avant tout de ne pas assimiler l'expérimentation à une simple manipulation concrète qui serait en elle-même une source de connaissance. Expérimenter tel que nous l'entendons, n'a de sens que par ses articulations avec la formulation (dimension langagière au service de la communication) et la validation (par la preuve). Le va et vient entre théorie et expérience étant alors pour nous ce qui caractérise la démarche expérimentale.

En conséquence, le "défi" (terme que nous préférons à difficulté) pour l'enseignement réside dans le développement et la mise en œuvre de situations d'apprentissage qui permettent ces allers-retours entre expérimentation et preuve.

II – 1 Un ancrage épistémologique

L'expérimentation en sciences ne prend pas racine dans la manipulation des objets du réel, mais dans les moyens que se donne le scientifique de se frotter à l'incertitude : sa raison d'être. Si révolution il y a (et surtout en mathématique), elle se situe bien dans la situation où la connaissance se trouve confrontée à ses propres doutes, à ses propres limites, à ses propres domaines de validité. Ainsi, et selon la démarche dite scientifique, apparaît-il nécessaire d'aller chercher à l'extérieur (hors de soi), la source d'une décision sans cela inaccessible². On voit alors que la recherche provoquée par un dispositif externe à l'individu (mais néanmoins conçu par lui) n'est pas limitée à une manipulation sans intention d'objets sensibles, c'est-à-dire qu'elle se fonde toujours sur une théorie qui la précède.

L'expérimentation en tant que processus intentionnel, s'appuie sur l'activité de pensée qui n'a rien de "concret" a priori. Cette démarche fait intervenir des objets du monde grâce auxquels des allers-retours entre théorie et expérience sont générateurs de la construction de la connaissance scientifique.

-> l'expérimentation n'est pas une observation béate et spontanée.

² Conformément à l'origine latine du mot "experiri" qui signifie à la fois "essayer" et "éprouver".

Epistémologiquement parlant, c'est donc une rupture avec Aristote qui séparait l'objet mathématique de l'objet physique (la séparation ontologique : *chorismos*).

II – 2 Outils et objets

Si, comme l'affirme Paul Langevin dans "La pensée et l'action" : "Le concret, c'est de l'abstrait rendu familier par l'usage", les objets qui permettent l'expérimentation ne sont pas nécessairement des objets matériels. Ce sont des objets suffisamment familiers pour le sujet qui servent de domaine d'expérience pour construire des connaissances plus complexes. C'est par exemple le cas des nombres entiers et de leurs propriétés élémentaires pour la théorie des nombres.

Les objets dont il est question en mathématiques naissent de la pratique de celui qui les donne à voir, c'est là une des principales différences avec les autres disciplines scientifiques qui utilisent pour partie des objets extérieurs à l'activité de pensée de celui qui expérimente. En mathématiques, l'élève (ou plus généralement celui qui apprend) témoigne pour partie³ de son activité par la production symbolique pouvant être assimilée à une sorte de "chosification" pour emprunter le paradigme à Conne⁴. Ces objets peuvent alors être soumis à des traitements instrumentaux divers comme on le pratique régulièrement au sein d'un laboratoire, ce qui permet aux mathématiques d'être envisagées comme une science expérimentale à part entière.

II – 3 Les mathématiques : une science expérimentale

L'expression "sciences expérimentales" n'est pas un pléonasme. Les deux mots de cet énoncé renvoient à quelques références implicites partagées par la communauté scientifique : une science dite expérimentale est au service de la compréhension du monde tel qu'il nous apparaît et nous questionne. Le média de cette compréhension est lié à l'activité de l'individu dans l'accès à la connaissance, activité le plus souvent instrumentée, parfois modélisée mais toujours guidée par la théorie. Une des finalités de ce système étant d'entretenir un rapport constant à la vérité.

Cette représentation certes un peu caricaturale dans son acception généralisante, n'en contient pas moins un certain nombre de constantes qui peuvent être apparentées à des critères de caractérisation.

- Chaque individu entretient un rapport médiatisé aux objets du monde, aux faits de la science. L'interprétation qui en naît se fait par confrontation à une théorie plus ou moins élaborée.
- L'accès à la connaissance est un projet d'activité du sujet s'appuyant sur un processus de type constructiviste.
- Le processus d'expérimentation s'accompagne nécessairement d'un projet explicatif et critique.

³ Le reste de l'activité mathématique est mise à jour par la mise en mots, elle-même problématique du fait d'une indétermination sémantique quasi systématique.

⁴ Choses et objets, mai 1997. Par F. Conne Distribué lors du workshop sur l'objet, fpse, 19.11.1999

- Le débat est possible, la réfutation des savoirs est toujours envisageable, la validation par la preuve est nécessaire.

- La modélisation et l'utilisation d'instruments sont des gestes qui caractérisent l'expérience scientifique. L'espace de mise en œuvre de l'activité est le « laboratoire ».

Autant de caractéristiques qui font des mathématiques une discipline dont l'enseignement se doit d'utiliser les démarches préconisées en didactique des sciences.

II – 4 Une question de démarche

Faire des mathématiques c'est avant tout résoudre des problèmes. L'enseignement de la discipline doit conduire à l'éducation des individus au raisonnement et à la réflexion, avec pour objectif de leur donner des outils pour observer le monde avec un esprit critique, autrement dit de leur permettre de se doter de connaissances pour le comprendre. L'enseignement des mathématiques a donc besoin de l'expérimentation comme méthode de recherche, d'investigation. Une démarche prônant l'observation réfléchie, l'expérience sur les objets (matériels ou de pensée), la formulation de conjectures, la tentative de preuve par le choix des données ou des arguments. Un projet scientifique qui peut d'ailleurs comporter un certain nombre de boucles répétitives dans la mesure où les conjectures sont des affirmations plus ou moins erronées puisqu'elles naissent parfois d'une observation d'expérience, parfois de l'imagination créative des individus.

La question du milieu de l'apprentissage est alors centrale dans le processus d'enseignement/apprentissage. Quels sont les dispositifs, les enseignants, les supports de travail, les matériaux, les conditions d'énonciation, la place de l'erreur qui permettent la mise en œuvre de la démarche d'investigation ? Telles sont les questions qui se doivent d'être étudiées pour étayer la recherche en didactique des mathématiques.

BIBLIOGRAPHIE

BLOCH I. (2001) "Différents niveaux de modèles de milieu dans la théorie des situations", *Actes de la 11ème école d'été de Didactique des Mathématiques*, La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (2004) "Pour une nouvelle épistémologie scolaire", *cahiers pédagogiques*, Paris, CRAP, n°427, pp. 34-36.

CONNE F. (1999) "Faire des maths, faire faire des maths, regarder ce que ça donne", in *Le cognitif en didactique des mathématiques*, Les Presses de l'Université de Montréal

DIAS T., DURAND-GUERRIER V. (2006) "Expérimenter pour apprendre en mathématiques", *Repères IREM*, Metz, Topiques, n°60

GONSETH F. (1974) *Les Mathématiques et la réalité. Essai sur la méthode axiomatique*, Paris, Albert Blanchard.

HACKING I. (1989) *Concevoir et expérimenter*, Paris, Christian Bourgeois.