

Mathématiques et interdisciplinarité

Alice Ernoult^(*) et François Moussavou^(**)

Certaines parties de ce texte ont été rédigées d'après les travaux réalisés lors de l'atelier : *Articulation entre les maths de la physique, de l'économie, de l'informatique, et les « maths en soi », enseignement des maths dans les autres matières...* du dernier séminaire national de l'Apmep qui a eu lieu les 20 et 21 mai 2017 au CISP Maurice Ravel. Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des participants à cet atelier pour la richesse et la qualité des échanges qui y ont été conduits.

Les mathématiques font partie des domaines identifiés comme discipline scolaire depuis très longtemps. Souvent considérées comme un pur royaume d'abstraction, leur capacité à interagir avec les autres disciplines et, au-delà, avec le monde sensible, est fréquemment interrogée. Il n'est pas rare, pour un professeur de mathématiques de s'entendre poser en classe la question suivante : « mais à quoi ça sert ? » ; il est très fréquent, qu'il se pose lui-même la question : « si je leur présente ça de cette façon, ils vont me dire : à quoi ça sert ? ». Cette question de l'utilité pour « autre chose », et donc, du lien entre les mathématiques et cet autre chose, reste très présente, si ce n'est dans les classes, au moins dans la culture commune de la profession.

Contextualiser l'enseignement des mathématiques

Une des premières façons de rapprocher les mathématiques de l'extra-mathématiques, consiste à contextualiser leur enseignement. Plusieurs programmes scolaires le préconisent explicitement (certains même l'imposent) en demandant parfois une approche « concrète » des notions. L'idée étant de rendre les mathématiques plus attractives en les rattachant à un environnement déjà connu et si possible apprécié par les élèves. Le concret des uns pouvant rapidement constituer l'abstrait des autres, penser son enseignement en termes de contextualisation des situations abordées, peut souvent, dans cet optique de captation de l'attention des élèves, s'avérer plus pertinent.

Encore faut-il choisir les bons contextes.

L'exercice de probabilités amenant à dénombrer As de trèfle et Dame de cœur, face à une classe dont la moitié des élèves n'ont jamais vu un jeu de carte ; les fractions expliquées à grand renfort de cadrans d'horloge à l'heure où le temps se lit sur les écrans numériques des téléphones portables ; la bonne vieille variation de diamètre de la bande magnétique que l'on rembobine dans une cassette et ses multiples applications... Pour qu'une situation ait une chance de vivre dans la classe, il faut qu'elle soit suffisamment familière pour avoir été préalablement vécue en dehors de la classe.

(*) alice.ernoult@gmail.com

(**) francois.moussavou@free.fr

À l'heure de « l'individualisation de masse » le dénominateur commun à un groupe d'une trentaine d'élèves n'est pas toujours facile à trouver. Aller vers les autres disciplines enseignées, choisir des situations que les élèves auront déjà rencontrées dans le cours de géographie, de sciences physiques ou d'économie, c'est s'assurer, en déléguant la responsabilité et le travail de dévolution à d'autres membres de l'équipe pédagogique, que l'on va pouvoir s'appuyer sur un contexte connu de l'ensemble de la classe. La diversité des matières enseignées et des programmes en vigueur, garantissent à eux seuls, l'existence d'un vivier conséquent de situations utilisables. Cette approche constitue une façon assez naturelle d'aborder l'interdisciplinarité dans le cours de mathématiques.

Les mathématiques enseignées par les autres disciplines

Les mathématiques, dont on aime à dire qu'elles sont partout, se retrouvent assez naturellement utilisées, et donc pour partie enseignées, dans les cours d'autres disciplines. Il s'agit parfois d'approches expertes (en particulier par nos collègues de sciences physiques) et parfois d'interventions plus originales et peut être moins bien maîtrisées. Quoiqu'il en soit, le professeur de mathématiques doit accepter qu'il n'est pas le seul lien entre sa discipline et ses élèves. Cette situation gagne à être exploitée plutôt qu'ignorée ou subie. En particulier, si l'on veut éviter que la représentation de concepts introduits ailleurs et avant, ne vienne interférer avec l'enseignement de mathématiques, il paraît important de penser, en amont, des progressions communes et coordonnées (notamment dans les différentes disciplines scientifiques). Un autre écueil à prendre en compte, c'est la polysémie du vocabulaire scientifique (on pense par exemple à l'hypothèse énoncée en sciences qui reste bien différente de l'hypothèse utilisée en mathématiques) qui peut amener les élèves à faire des rapprochements assez hasardeux ou au contraire les conduire à considérer deux notions identiques comme des concepts distincts et séparés. Là aussi, une gestion interdisciplinaire permet de préciser les choses de façon bien plus cohérente que si chaque enseignant se contentait d'édicter « sa vérité ».

Les « mathématiques de projets »

Qu'elle soit spontanée ou encadrée (PPCP au lycée professionnel, EPI au collège, TPE au lycée), la démarche de projet a le vent en poupe depuis plusieurs années. On pourrait croire qu'il s'agit d'un phénomène de mode ; mais la mode, c'est avant tout ce qui se démode, or l'enseignement par projets semble s'être durablement installé. L'intégration des mathématiques dans des projets interdisciplinaires conduit souvent à se poser la question de la relégation de cette discipline au seul rôle d'outil. À l'instar des professeurs de lettres qui ne souhaitent pas être considéré comme de simples professeurs de français, les enseignants de mathématiques se perçoivent rarement comme des « profs de calcul ». Or cette situation peut et doit être mise à profit dans le cours de mathématiques en instaurant une véritable dialectique outil-objet [1], [2] ; les mathématiques utilisées comme un outil dans le cadre d'un projet, sont identifiées, for-

malisées puis étudiées en tant qu'objet dans le cours. On se retrouve alors dans une situation proche du travail à partir d'une contextualisation, mais ici, le contexte n'est plus un prétexte : c'est l'enjeu central de l'activité de la classe auquel les mathématiques, et les autres disciplines, vont venir se greffer.

Les limites d'une telle approche, si elle devait être exclusive, étant bien entendu qu'une équipe pédagogique devrait alors être en mesure de proposer des projets suffisamment complexes et suffisamment riches, pour permettre au professeur de mathématiques d'en extraire la totalité des contenus de son programme. Au-delà d'une telle utopie, des projets, même ponctuels et alternés avec d'autres types d'approches de l'enseignement des mathématiques, devraient être assez diversifiés pour que l'on n'en retire pas systématiquement les mêmes outils.

Mathématiques pures - Mathématiques mixtes – Mathématiques appliquées

Évoquer les liens entre les mathématiques et d'autres disciplines, amène naturellement à interroger les différences entre mathématiques pures, mathématiques mixtes et mathématiques appliquées [3], et la façon dont ces différences, transposées à la salle de classe, peuvent illustrer des pratiques interdisciplinaires d'enseignement.

Les mathématiques pures correspondraient assez naturellement à un cours exclusivement circonscrit à la discipline mais qui pourrait avoir comme objectif de faire apparaître aux élèves, les liens existants entre les différents domaines des mathématiques. Le cloisonnement qui existe à l'école entre les matières enseignées, existe aussi au sein de chaque discipline entre les différents domaines, les différents sujets ; là aussi, construire du lien entre ses parties peut aider à mieux comprendre le tout que forme la discipline. On ne parle plus d'approche inter, mais intradisciplinaire.

Les mathématiques mixtes, dont la quasi-totalité des composantes ont été rattachées, dans l'enseignement scolaire, aux sciences physiques (l'optique, la mécanique, l'acoustique ...) ou sont devenues des disciplines autonomes (la géographie, l'astronomie ...), sont, par essence, les plus adaptées aux travaux interdisciplinaires. Elles illustrent parfaitement le processus de mathématisation (dans le sens où elles permettent une modélisation mathématique de situations extra-mathématiques). Dans une séquence d'enseignement, elles correspondent à l'exploitation, en cours de mathématiques, d'un contexte issu d'une autre discipline. On peut noter que la statistique, qui est un des rares domaines des mathématiques mixtes encore rattaché aux mathématiques dans l'enseignement scolaire, se prête particulièrement bien à une approche interdisciplinaire.

Les mathématiques appliquées enfin, dont la déclinaison dans la salle de classe correspondrait à une sorte de « justification a posteriori » de l'utilité des notions enseignées. Il ne s'agit plus de partir d'une situation et de regarder comme les mathématiques peuvent aider à son analyse et à sa compréhension, mais d'illustrer comment des contenus mathématiques étudiés en classe peuvent trouver leur application dans un autre domaine.

Dans une approche interdisciplinaire, on a bien une différence entre des mathématiques qui interviendraient avant ou après les autres disciplines.

Conclusion

Si l'enseignement des mathématiques ne doit pas être réduit à la simple question de leur utilité pour « autre chose », nous ne pouvons ignorer cette interrogation légitime. Elle nous interpelle sur ce que les rapports entre les mathématiques et le réel, les mathématiques et les autres disciplines, peuvent apporter pour l'apprentissage des élèves. L'enseignement des mathématiques a tout à gagner d'une approche interdisciplinaire à partir du moment où celle-ci est justifiée. Pour exister, l'interdisciplinarité a besoin, par définition, de travailler au milieu de disciplines identifiées. Ce découpage peut aider à structurer les savoirs ; il permet aussi à l'école de montrer aux élèves qu'une même question peut être abordée de diverses façons et avec différents points de vue. Enfin, à une époque où l'on nous affirme en permanence et à juste titre, que le savoir est disponible partout, apprendre aux enfants à identifier à quels domaines peut se rattacher telle ou telle question, c'est leur donner des outils qui leur permettront de savoir où trouver les réponses.

Pour l'enseignant, travailler en interdisciplinarité, c'est aussi accepter qu'une partie de son corpus disciplinaire sera transmis par d'autres et qu'il aura, de son côté, à aborder des sujets en dehors de son champ d'expertise ; se pose donc la question de la formation à ces pratiques (formation à l'approche interdisciplinaire, formation à la démarche de projet et formation aux autres disciplines).

En mathématiques, sans doute bien plus qu'ailleurs, ces problématiques d'enseignement, d'interaction et de formation, vont devenir de plus en plus centrales avec l'arrivée de ce nouveau domaine scientifique qui n'a pas encore acquis, dans l'enseignement secondaire, son indépendance disciplinaire : l'informatique.

Bibliographie

[1] Jeux de cadres et dialectique outil-objet. Régine DOUADY. Revue **Recherche en Didactique des Mathématiques** Volume 7/2.

[2] Comment décrire et analyser l'activité mathématique ? Cadre et registre. Raymond DUVAL. Texte téléchargeable sur le site de l'université de Genève : <https://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/staf26/Doua.pdf>

[3] Conditions et contraintes de l'existence des mathématiques dans l'enseignement général. Permanences et évolutions. Michèle ARTAUD. Texte téléchargeable sur site de l'université Joseph Fourier : http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_x/fic/50/50x3.pdf