

Vitesse et dérivée en 1^{ère} S

Quelques éléments de réflexion sur les liens entre les mathématiques et la physique.

En feuilletant le livre de physique de la classe de première S dans laquelle j'enseigne les mathématiques j'ai trouvé la définition suivante de la vitesse instantanée :

“ La vitesse instantanée d'un point mobile M à la date t_1 est pratiquement égale à sa vitesse moyenne entre deux dates t_0 et t_2 très proches et encadrant la date t_1 ” et plus loin :

“ le vecteur vitesse V_1 d'un point mobile M_1 par rapport à un référentiel donné possède les trois caractéristiques:

- direction : celle de la tangente en M_1 à la trajectoire
- sens : celui du mouvement du mobile
- valeur : celle de la vitesse instantanée v_1 à la date t_1 ”

Cette définition n'a pas beaucoup de signification pour un mathématicien. Aussi me suis-je demandée comment faire comprendre aux élèves ce qui lie mathématiques et physique, en utilisant cet exemple fondamental qui présente, en plus, un grand intérêt historique.

En effet les notions de limite et de dérivée sont au programme de mathématiques de cette classe et la notion de “ passage à la limite ” trouve dans les concepts de vitesse moyenne et de vitesse instantanée tout son sens.

Les mathématiques ont avec la physique des liens privilégiés depuis le XVII^{ème} siècle et ces liens diffèrent de ceux qui existent entre les mathématiques et les autres sciences.

On peut imaginer une biologie, une économie et même une chimie sans les mathématiques car celles-ci ont joué un rôle marginal dans l'élaboration de ces sciences.

Par contre historiquement la physique s'est structurée à partir du projet de bâtir une image mathématique de la réalité physique.

Pour Jean-Marc Levy-Leblond, “ les mathématiques ne sont pas un langage, fournissant des mots qui viennent se plaquer sur les idées du physicien ; bien plus profondément, les idées du physicien et les concepts de la physique sont intrinsèquement formulés à travers la mathématique. Autrement dit, la mathématique joue par rapport à la physique, non pas un rôle extérieur d'instrumentalité, au sens où l'on irait chercher des outils mathématiques, des mots mathématiques, un langage mathématique pour parler la physique, mais au contraire un rôle bien plus intime, que j'ai envie d'appeler rapport de *constitution*. La théorie physique se constitue à travers la mathématique et il n'est guère, me semble-t-il, de concepts physiques un tant soit peu profonds et élaborés qui ne soient pas d'emblée constitués, je dirais même produits, à travers la mathématique ”.

Il ajoute que le concept physique ne se réduit pas au concept mathématique qui permet de le constituer ou de le produire.

A partir du XVII^{ème} siècle, on utilise de plus en plus la méthode quantitative pour décrire la nature mais les mathématiques sont considérées comme une méthode de connaissance et non comme un simple outil de calcul. L'idée d'une description quantitative du monde physique est présente chez Galilée et Descartes. Cette idée appelle une nouvelle mathématique, création de Newton et de Leibniz, dont l'essor conduira au développement de la mécanique classique.

Si Galilée a des difficultés à comprendre la notion de vitesse instantanée c'est qu'il n'a à sa disposition que la géométrie euclidienne et la théorie des proportions. C'est la création du calcul infinitésimal et la notion de dérivée qui permet l'apparition du concept physique de vitesse instantanée.

L'instrument mathématique correct étant placé au centre de l'étude des phénomènes mécaniques, il y a interaction entre mathématiques et physique. La physique se rapproche des mathématiques en passant du concret à l'abstrait. Les mathématiques se rapprochent de la physique en introduisant les concepts de changement, de transformation, de variation dans le temps.

Cet exemple de la mécanique classique où apparaît clairement le lien entre mathématiques et physique est historiquement fondamental. Les développements ultérieurs de la science se sont confrontés à ce modèle soit pour l'imiter soit pour le rejeter.

Une réflexion commune du professeur de mathématiques et de celui de physique peut-elle faciliter une compréhension plus profonde par l'élève de ces notions et leur donner un sens?.

Comment mettre en place une approche commune? Doit-elle être décalée dans le temps ou simultanée ?

Les questions sont ouvertes...

Martine Bobin

Éléments de bibliographie :

- Un siècle de rapports entre la physique et les mathématiques (Revue du Palais de la Découverte n° 40 : mai 1991)
- La mathématisation du réel : Giorgio Israel (Seuil : Janvier 1996)