



Plan national de formation

Professionalisation des acteurs de la formation

Séminaire « Construction des croisements didactiques en mathématiques et physique-chimie au collège »

10 mars 2017

Compte-rendu de l'atelier 1 «Grandeurs et mesures au cycle 4 »

Jean Aristide Cavallès, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe physique-chimie
Olivier Sidokpohou, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe mathématiques
Christine Cornet, enseignante de mathématiques, académie de Créteil

But de l'atelier

Il s'agissait, à partir d'une expérience historique fondatrice menée par Galilée - l'expérience dite « du plan incliné » - qui a été reproduite dans une classe de collège par deux enseignantes, de poser la question de la mesure, de l'unité et de la manière d'amener les élèves à interroger ces concepts.

Déroulé de l'atelier

L'atelier débutait par une présentation de l'expérience de Galilée, puis proposait aux participant-e-s, par groupe de trois ou quatre, de mettre au point une mise en œuvre concrète de l'expérience du plan incliné utilisant seulement des équipements disponibles à l'époque de Galilée (pas de chronomètre, pas de capteurs de position...) et d'en préciser les enjeux didactiques et pédagogiques. Les groupes étaient, dans la mesure du possible, mixtes (maths-physique). Après un temps de retour, Mme Christine Cornet, qui a mené cette expérience avec sa collègue de physique-chimie Mme Carine Esnault, faisait un rapide bilan des productions et des réflexions des élèves. Après une phase d'échange et de questions, l'atelier se terminait par la présentation d'un manuscrit de Galilée

permettant de comprendre comment Galilée a pu mesurer les durées avec une précision suffisante pour conclure à la loi de variation du déplacement en fonction du temps.

Le travail en atelier

Lors de la réflexion par groupes, la question de la mesure du temps a donné lieu à des échanges animés : comment mesurer le temps sans instruments de mesure ? La difficulté a été d'accepter l'idée que la nature de l'unité de mesure importait peu, seule sa régularité était essentielle. Cette étape étant franchie, plusieurs idées ont émergé : marquer le temps en tapant régulièrement dans les mains, utiliser le pouls. Il est remarquable que la plupart de ces idées se fondaient sur notre capacité naturelle à estimer très précisément une régularité rythmique - capacité exploitée par Galilée lui-même dans ces mesures (voir l'article de S. Drake, cité en référence dans le diaporama de cet atelier¹)

Les deux sessions de l'atelier ont alors amené, malgré le temps restreint, de nombreuses idées de mise en œuvre, ouvrant des pistes qui n'avaient été pas envisagées lors de sa conception. Citons entre autres :

- Un dispositif poussant le plus loin possible la réflexion sur la mesure et l'unité de mesure. L'unité de temps est la durée entre le départ et la première clochette, et l'unité de mesure est la distance entre le départ et la première clochette.
- Un dispositif adapté pour le cycle 3. En faisant varier la pente, amener les élèves à appréhender la grandeur vitesse, en dehors de toute considération de mesure. Accélérer, aller moins vite, plus vite, aller deux fois plus vite : toutes ces expressions ne nécessitent pour être comprises aucune définition de la mesure de la vitesse du type $v = d/t$.

Discussions et questions

Outre les questions scientifiques, portant sur la faisabilité de l'expérience de Galilée, de nombreux échanges ont porté sur la nature de l'apport des mathématiques. Au cours des deux sessions, l'idée a émergé que, plus que les grandeurs et les mesures, la modélisation, la proportionnalité et les fonctions étaient en jeu dans ce type d'expérience. La réflexion sur le modèle proportionnel, qui est à la fois remis en cause par cette expérience, et en même temps conforté puisque tout le dispositif consiste à reconstituer des intervalles de temps égaux, puis à étudier, non la suite des temps, mais celles des carrés des temps. Modélisation, modèle proportionnel, fonctions et relations sont évidemment également l'occasion de confronter la façon de nommer et de comprendre ces concepts en mathématiques et physique, pour les élèves... et les enseignant-e-s.

¹ S. Drake, « *The role of music in Galileo's Experiments* », Scientific American, june 1975, 98

Un autre point essentiel est apparu lors des discussions de groupe et des reprises : la nécessité de repenser les notions d'unité de mesure, trop liée pour les élèves (et les adultes !) à la notion d'instrument de mesure et d'unité internationale. Sans chronomètre, les élèves doivent en effet se référer à un système d'unités qui leur est propre : battement de main pour le temps ; distance entre les deux premières clochettes pour les longueurs, par exemple.

Un apport essentiel de l'expérience consiste à faire comprendre aux élèves que la nature d'une relation entre les grandeurs (linéaire, quadratique) ne dépend pas des unités choisies. Cet aspect pourrait être renforcé en faisant réaliser l'expérience par plusieurs groupes d'élèves et en leur demandant d'identifier ce qu'il y a de commun dans leurs résultats