

AVEC NOS ÉLÈVES

Fabriquer un astrolabe au lycée

Thierry Boucher et ses collègues (*), lycée Édouard Branly Créteil

Tenir un astrolabe du Moyen-Âge dans ses mains est une expérience inoubliable. C'est avant tout un objet qui fascine par sa beauté. Témoin de l'ingéniosité de l'esprit humain, il représente à lui seul une vision de l'Univers tout entier. Croisé dans les musées, le "roi des instruments mathématiques", comme il a souvent été considéré, suscite nombre d'interrogations. Qui l'a conçu et à quelle époque ? Quel est son principe ? Comment fonctionne-t-il ? Comment le fabrique-t-on ? Chargé d'histoire, il est le résultat d'une riche et longue évolution scientifique et artistique. Cette richesse nous a poussés à le choisir comme thème pluridisciplinaire pour un projet mené avec des élèves de seconde. Concevoir, fabriquer et savoir utiliser un astrolabe forment les axes de notre action.

Le lycée général et technique Édouard Branly se situe en banlieue parisienne à Créteil où, comme pour d'autres lycées français, une partie des élèves manque de motivation pour leurs études. Nous faisons face à un absentéisme important et une désaffection pour les filières scientifiques. Or, pour être motivé, il faut donner du sens à ce que l'on fait et parfois notre enseignement peut paraître trop abstrait et trop cloisonné, sans lien évident entre les différentes matières. Le choix de travailler sur un astrolabe n'est pas neutre, c'est un instrument scientifique et il ne peut qu'avoir du sens, il est utile (il sert à quelque chose). En fin d'année scolaire, il sera la matérialisation, le symbole concret, de l'ensemble de nos travaux impliquant les mathématiques, la physique, l'histoire, le français et la productique. Nous voulons, à travers lui, montrer aux élèves l'unicité des savoirs. Ce qui est appris dans une matière doit servir dans les autres, il y a une complémentarité entre chaque enseignement. La compréhension, l'utilisation et la fabrication nécessitent la mobilisation de ces différents savoirs et vont permettre de donner du sens aux contenus que nous apportons. Cela permet de valoriser nos matières respectives tout en valorisant nos élèves.

Dans un premier temps, nous travaillons sur l'histoire de l'astrolabe, le "preneur d'étoiles" selon l'étymologie grecque. Une recherche sur les représentations de l'Univers depuis l'antiquité jusqu'à nos jours est proposée. Cela s'effectue autour de deux thèmes : l'harmonie du monde et les systèmes du monde.



On prend ainsi conscience que les Grecs ont fait appel aux notions d'organisation, d'ordre et d'harmonie pour construire leur vision de l'Univers (le cosmos par opposition au chaos). Un groupement de textes autour de "cosmogonie et mythologie" permet d'aborder, en français, les enjeux culturels voire philosophiques des différentes représentations de l'Univers. Les solides platoniciens permettent de rebondir en mathématiques (géométrie dans l'espace) et les différents systèmes du monde sont abordés en physique afin de rendre compte de la structure générale de l'Univers. En histoire, le travail effectué repose sur la connaissance des transferts de savoirs entre les peuples autour du bassin méditerranéen (l'intérêt de l'astrolabe pour les musulmans, les contacts entre cultures musulmanes et occidentales aux XI^e et XII^e siècle, l'histoire du calendrier et la réforme grégorienne de 1582).

Le principe de conception d'un astrolabe repose

(*) Agnès Pradalier professeur d'histoire-géographie, Philippe Dutarte professeur de mathématiques, Mariem Zaabani professeur de mathématiques, Gérard Delaforge professeur de productique et Thierry Boucher professeur de sciences physiques

sur une représentation du système géocentrique de Ptolémée. Le procédé géométrique de la projection stéréographique qui permet de représenter "à plat" la sphère des étoiles fixes est vu dans le cadre des mathématiques. L'une des pièces de l'astrolabe, "l'araignée", est le résultat de cette projection du ciel sur le plan de l'équateur céleste.



Chaque pointe y représente une étoile importante. De même les cercles du "tympan", pièce fixe située sous l'araignée, sont calculés par la même projection stéréographique. Ils sont caractéristiques d'une latitude donnée et figurent, pour situer les étoiles, les différentes hauteurs entre l'horizon (0°) et le zénith (90°). C'est la rotation de l'araignée sur le tympan qui reproduit le mouvement du ciel en 24 heures autour d'une Terre fixe. Les notions de trigonométrie et de géométrie dans l'espace données pour l'élaboration de l'instrument ne sont pas simples mais l'attention et l'intérêt des élèves de seconde sont soutenus par la réalisation, en parallèle de chaque calcul, d'une maquette en bristol. Ainsi la théorie débouche sur la pratique avec pour but final l'utilisation de l'instrument.



Nous avons la chance d'enseigner dans un lycée technique dont l'atelier dispose de machines à commandes numériques (*Les premiers astrolabes ont été fabriqués sur des machines "Charlyrobot" très*

répandues dans les lycées et collèges). Le choix était de réaliser un bel objet, ceci nous a conduit à utiliser un matériau traditionnel : le laiton, métal dense et de couleur chaude. Les plaques sont tout d'abord gravées selon un procédé de photogravure chimique.



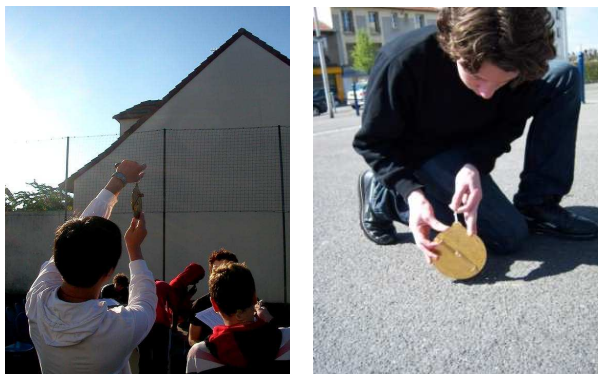
Puis, à partir du second trimestre, en productique, les élèves, en binômes, fabriquent par étapes successives toutes les pièces de l'astrolabe. Ils utilisent pour cela des machines à commandes numériques pilotées par ordinateur. Ils découvrent ainsi toutes les phases du processus de fabrication et vivent un scénario réel de production portant sur un produit cohérent et motivant. Réelle satisfaction pour eux, de voir leur astrolabe se créer petit à petit!



La réunion parents-professeurs du second trimestre se déroule dans l'atelier où les élèves fabriquent leur astrolabe. Les professeurs présentent les actions menées et les élèves montrent à leurs familles leur travail et son cadre. Ceci montre aux parents l'unité de l'équipe pédagogique autour de la réussite des élèves. De plus, la réalisation concrète de l'astrolabe permet de revivifier l'intérêt des parents pour ce qui se passe au lycée.

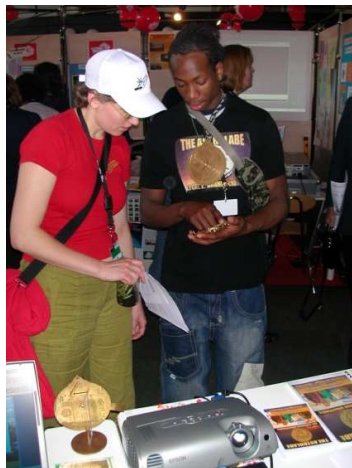
En parallèle de la fabrication, les élèves apprennent les différentes utilisations de l'instrument. Tout d'abord, ils utilisent l'astrolabe pour lire l'heure selon la hauteur du Soleil pour le jour ou bien d'une étoile repérée sur l'araignée

pour la nuit. Il faut aborder à ce moment la différence entre heure solaire vraie et heure de la montre. Une étude sur l'équation du temps est menée à cette occasion en physique. Puis, le principe étant compris, les élèves sont capables de déterminer les heures de lever et de coucher du Soleil ou des étoiles. Dans la pratique, il convient bien sûr d'avoir quelques notions d'astronomie. Il faut apprendre à se repérer dans le Ciel la nuit.



Enfin, par son carré des ombres, l'astrolabe permet de mesurer des distances inaccessibles. Les élèves l'utilisent pour mesurer la hauteur d'une maison mitoyenne au lycée. Cette séance se fait lors de travaux pratiques communs entre mathématiques et physique. Une application bien concrète du théorème de Thalès !

Un tel projet pluridisciplinaire permet de proposer à nos élèves une ouverture culturelle, loin de leur environnement quotidien au travers de nombreuses sorties ou interventions extérieures. Nous avons visité la magnifique collection d'astrolabe du musée de l'Institut du Monde Arabe, ainsi que celle du musée du Conservatoire National des Arts et Métiers. Deux musées pour lesquels nos élèves ont d'ailleurs fabriqué des astrolabes servant d'objets de démonstration. Enfin la présentation de leur travail lors de concours ou de manifestations comme "la Fête de la Science" ont apporté une autre dimension au projet.



Ces moments d'échanges entre élèves et adultes sont très fructueux. Les élèves sont alors très heureux de montrer ce qu'ils savent et, ainsi valorisés, participent davantage aux activités proposées. Des adolescents se sentant parfois en situation d'échec scolaire se voient récompenser pour leur travail et la qualité de leurs explications : des instants émouvants pour les enseignants qui peuvent ainsi mesurer l'impact du travail effectué.

Le but de notre action qui était de décroiser les savoirs, d'ouvrir les esprits et d'aiguiser les curiosités a été dans une large mesure atteint. Chaque enseignant, dans le cadre de son cours, a souvent fait appel à des connaissances qui avaient été dispensées dans un autre cours. Les références ou retours d'expériences sur l'astrolabe sont courantes et illustrent parfaitement nos propos en classe. C'est avec fierté, que nos jeunes "astrolabistes" montrent leur production et parlent du Ciel d'Aristote, même plusieurs années après avoir participé au projet. Il faut aussi souligner les intérêts « humains » de ces actions, en effet, les élèves voient se constituer et fonctionner une équipe de professeurs vraiment soucieux de travailler ensemble. Cet exemple où la responsabilité de chacun des adultes du projet est engagée clairement vis-à-vis du travail des autres donne un esprit d'équipe à l'ensemble de la classe. Les rapports entre élèves et enseignants se trouvent changés et sont plus sereins.

Un tel succès nous a encouragé à développer cette expérience et depuis septembre 2008, trois projets différents sont menés au lycée, avec trois classes de seconde : l'astrolabe, le nocturlabe et les anneaux astronomiques. Trois équipes différentes d'enseignants pour trois projets bien concrets.

Pour aller plus loin :

Publications :

"L'astrolabe au carrefour des savoirs". IREM de Paris-Nord, Villetaneuse, 2000 ISBN : 286240-100-6.

"Instruments scientifiques à travers l'histoire" de Collectif, Sous la direction d'Élisabeth Hébert, Ed ellipses, 2004.

"Les instruments de l'astronomie ancienne : de l'Antiquité à la Renaissance" de Philippe Dutarte, Préface d'Ahmed Djebbar, Ed Vuibert, 2006.

Sites Internet :

<http://astrolabe-visions-du-monde.chez-alice.fr/>
<http://www.ac-creteil.fr/lycees/94/ebranlycreteil/>