

Ateliers "Cadrans solaires" au Collège Charles Sénard, Caluire

Nathalie Rif (Collège Charles Sénard, Caluire), Charles-Henri Eyraud (Institut français de l'éducation, ENS de Lyon)

Au cours des années scolaires 2006 - 2007 et 2007 - 2008, deux ateliers scientifiques et techniques ont été conduits par une équipe pluridisciplinaire au collège Charles Sénard à Caluire (Rhône). Ils ont permis à deux groupes d'une douzaine de collégiens de fabriquer deux cadrans solaires pour leur collège, le premier vertical installé sur un mur et le second analemmatique dans une partie arborée mais bien exposée de la cour de l'établissement.

Au cours de ces deux années, la démarche pédagogique a sensiblement été la même. Au premier trimestre, nous avons concentré nos efforts sur une sensibilisation des élèves aux phénomènes astronomiques grâce à la mise en place d'observations et de maquettes. La deuxième partie de l'année fut davantage axée sur la fabrication des cadrans individuels (chaque élève a construit son cadran "portable") et du cadran collectif, mural ou analemmatique.

La démarche pédagogique dans le cadre d'un atelier scientifique et technique

Le travail avec un groupe d'élèves dans le cadre de ce type d'atelier — qu'il soit scientifique ou artistique — est très intéressant pour différentes raisons.

La première est que les élèves s'inscrivent volontairement ; on peut donc imaginer que leur curiosité et leur motivation sont fortes.

L'atelier, même si le nombre d'élèves est limité, est ouvert à tous les collégiens quel que soit leur niveau. Nous avons d'ailleurs privilégié l'inscription des élèves de l'Unité Pédagogique d'Intégration (actuellement Unité Locale pour l'Inclusion Scolaire). Ainsi, notre groupe fut très hétérogène et, au delà des apprentissages disciplinaires, la sensibilisation au respect des singularités de chacun était une de nos priorités.

L'engagement se fait sur l'année scolaire. Le travail s'inscrit donc dans une durée confortable tant pour les enseignants que pour les élèves.

Enfin, la conception et l'organisation des séances peuvent être élaborées par une équipe pluridisciplinaire. Les notions de faire et progresser ensemble

constituent une expérience très riche pour tous les acteurs de l'atelier.

Étude des phénomènes astronomiques

Avant la réalisation des cadrans solaires, il nous est apparu essentiel que les jeunes observent et comprennent les phénomènes astronomiques tels que le mouvement apparent du Soleil, l'alternance des jours et des nuits et celle des saisons. Quelques rappels historiques incontournables (système géocentrique et héliocentrique) leur ont également été apportés afin qu'ils prennent conscience des relations entre l'évolution de la pensée humaine et les découvertes scientifiques.

Séance 1 : recueil des représentations initiales des élèves

Tous les élèves avaient vu ou entendu parler des cadrans solaires. Ils savaient tous que c'est un objet de mesure du temps. Toutefois, dans leurs représentations initiales, le fonctionnement du cadran s'apparentait au fonctionnement d'un réveil, l'ombre du gnomon donnant l'heure comme l'aiguille sur une montre. Les élèves ignoraient pour la plupart le nombre de graduations et le lien exact entre l'heure indiquée et le mouvement du Soleil par rapport à l'horizon. Des questions intéressantes sont soulevées lors de cette première séance : comment fait-on lorsqu'on change d'heure, comment en construit-on... ?

Séances suivantes : mise en place d'observations

Trois types d'observation ont été organisés.

1. Paysage et mouvement relatif du Soleil par rapport à l'horizon.

Matériel : feuille A3, support rigide, crayon.

Les élèves doivent représenter sur leur feuille les éléments de paysage sur environ 180°, (en tendant un bras à gauche et un bras à droite pour fixer les limites), et en particulier "le fond lointain" avec des éléments remarquables (tour, sommet, arbre...).

Ensuite trois observations seront faites à trois moments de la journée. Les élèves doivent dessiner le Soleil à l'endroit précis où il se trouve par rapport au paysage dessiné.



Fig.1. Relevé du mouvement du Soleil par rapport au paysage.

2. Le "saladier" (3 groupes de 4 élèves)

Matériel : saladiers transparents, gommettes jaunes, petits personnages.

On colle à la première heure de cours puis régulièrement toutes les heures une gommette, de façon que l'ombre de la gommette tombe au centre de la sphère du saladier. Avec un tout petit personnage, on peut expliquer que le rayon de Soleil aboutit dans l'œil de l'observateur ; on repère ainsi le mouvement du Soleil sur la voûte céleste par rapport au paysage.



Fig.2. Observations avec le saladier.

3. Le relevé solaire

Matériel : petit gnomon (clou de 36 mm), feuille A3 sur support rigide, crayon à papier et niveau de maçon pour la classe.

La consigne est de marquer à heures régulières l'extrémité de l'ombre du clou. Le relevé d'ombres est exploité sur place en fin de journée en notant la forme décrite par l'extrémité de l'ombre, en observant qu'à un moment de la journée, l'ombre est la plus courte et en relevant la direction indiquée. Il sera réutilisé ensuite après les rappels historiques et les modélisations avec l'ensemble des courbes diurnes annuelles tracées avec le logiciel Solarium (figure 8).

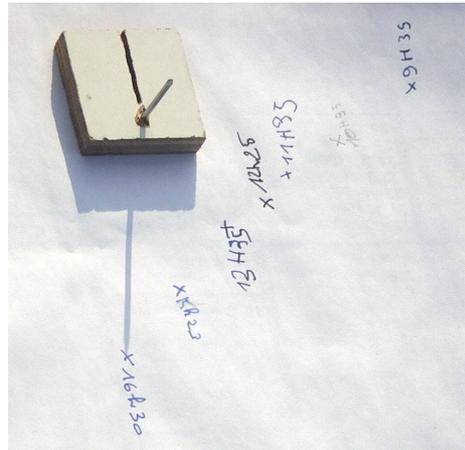


Fig.3. Relevé solaire individuel sur feuille A3.

Rappels historiques et modélisation

Comment expliquer le mouvement observé du Soleil ? Celui-ci tourne-t-il autour de la Terre ou est-ce la Terre qui tourne sur elle-même ?

Une séance fut consacrée à la présentation des systèmes géocentrique et héliocentrique. Nous avons travaillé à partir de gravures anciennes présentant de manière simplifiée les modèles de Ptolémée et de Copernic. Ce fut un moment très intéressant car cela a suscité beaucoup de rires chez nos élèves qui se sentaient assez savants pour comprendre ces deux illustres astronomes. Nous avons insisté sur la difficulté pour choisir entre les deux modèles, évoqué les observations cruciales et parlé de l'évolution de la Science et de la Pensée humaine.

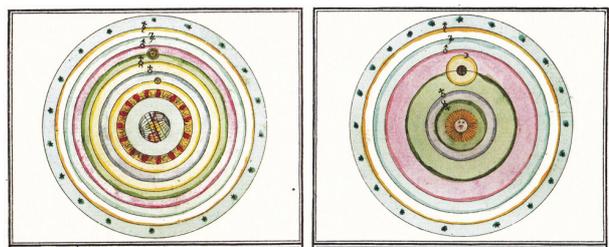


Fig.4. Systèmes de Ptolémée (à gauche) et de Copernic. *Cosmographie de l'académie des enfants, Noyers sur Serein.*

La modélisation a été une étape importante sur laquelle nous avons travaillé plusieurs séances. Elle nous a permis de vérifier les hypothèses que les élèves avaient émises à partir des observations mais aussi d'aborder puis d'approfondir les notions de jour et de nuit, d'alternance des saisons, de trouver le sens de rotation de la Terre sur la maquette à partir de nos observations, de comprendre les variations de durée du jour au fil des mois ...

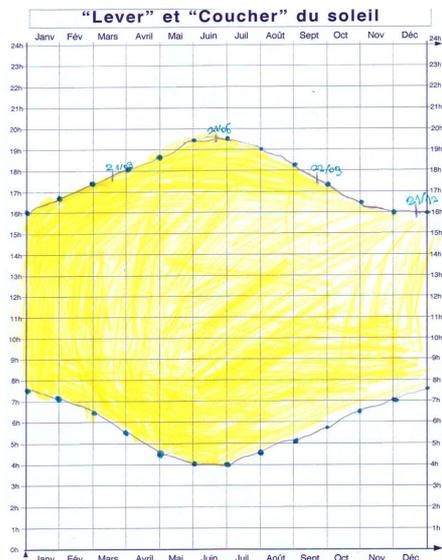


Fig.5. Les heures de lever et coucher du Soleil à Caluire.

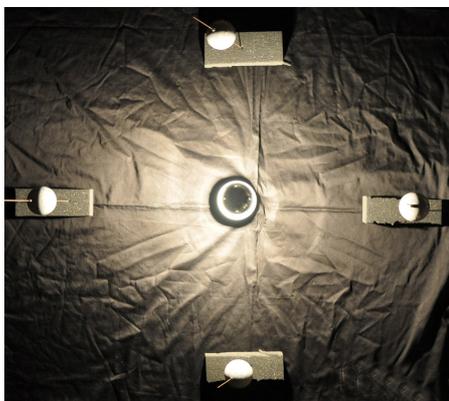


Fig.6. Modélisation des saisons (solstices - équinoxes) avec un axe de la Terre incliné par rapport à l'écliptique.

La fabrication des cadrans individuels horizontaux ou verticaux

Les cadrans individuels

Plusieurs séances se sont déroulées dans la salle informatique pour se familiariser avec le logiciel Solarium conçu par Pierre Dallet. Les élèves devaient parvenir, en étant guidés, à imprimer le tracé de leur cadran, à comprendre la différence

entre style droit (perpendiculaire à la face du cadran) et style polaire.

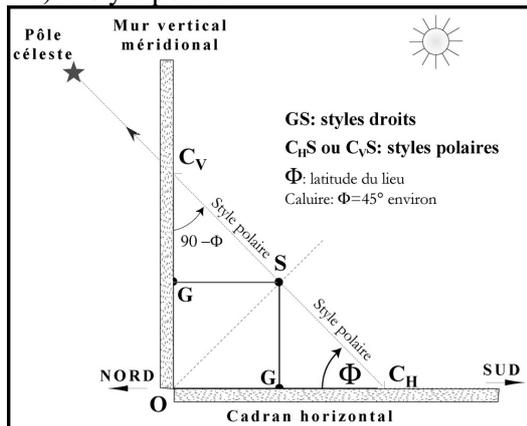


Fig.7. Cadrans vertical et horizontal.
"Mesurer la longueur du style de votre cadran
Quelle est la valeur du style droit?"

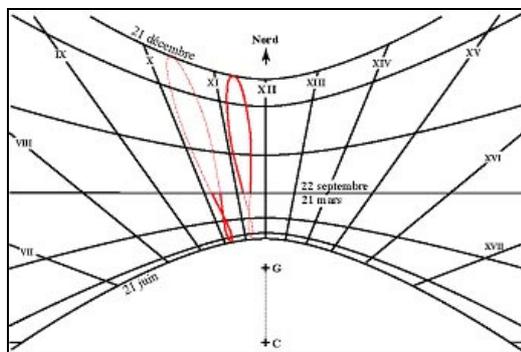


Fig.8. Cadran horizontal tracé avec Solarium.

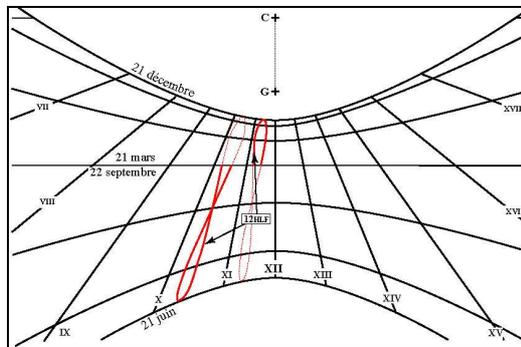


Fig.9 Cadran vertical tracé avec Solarium.

Matériel

Pour le cadran :

- planchette en contreplaqué marin 34 cm x 24 cm (1 par élève) ;
- pyrograveurs ;
- peinture acrylique et vernis lasure.

Pour le style :

- plaque du type "pas de porte " en laiton ;
- tige en laiton coupée aux dimensions précises du style polaire (et épointée pour l'esthétisme et une meilleure lecture).

Les élèves s'approprient leur cadran, retracent les lignes et font la décoration qu'ils avaient imaginée

puis pyrogravent et peignent leur cadran avant de passer une lasure incolore.

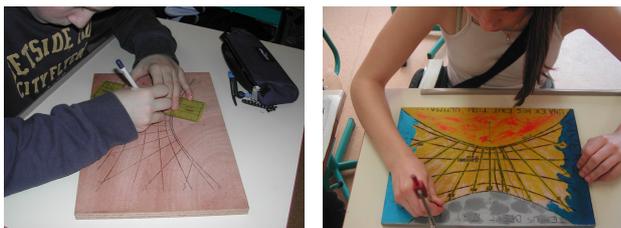


Fig.10. Tracé des lignes et peinture.



Fig.11. Exposition des cadrans.

Le cadran vertical pour le mur du collège

Matériel

Pour le cadran :

- planche en contreplaqué marin 140 cm × 122 cm ;
- perceuse Dremel ;
- peinture acrylique et vernis lasure.

Pour le style :

- plaque en aluminium 12 cm × 8 cm ;
- tige en aluminium coupée aux dimensions précises du style polaire (et épointée pour l'esthétisme et une meilleure lecture).

Élaboration du cadran

1^{ère} étape : mesure de la déclinaison du mur.

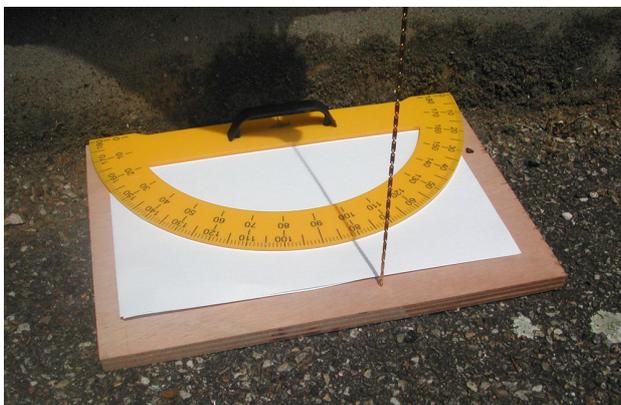


Fig.12a. Mesure de la déclinaison du mur.

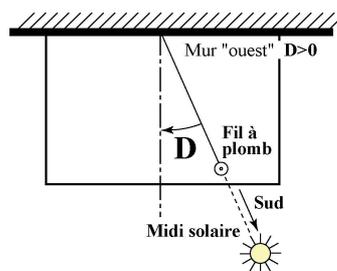


Fig.12b. Mesure de la déclinaison du mur (vue de dessus). Pour faciliter la compréhension, la mesure a été faite à midi solaire avec les élèves mais cette mesure pourrait être faite à toute heure grâce à Solarium qui donne l'azimut du Soleil.

Étapes suivantes : installation des feuilles pour le tracé, gravure avec perceuse Dremel et décoration.



Fig.13. Reconstitution du cadran avec l'impression donnée par Solarium.

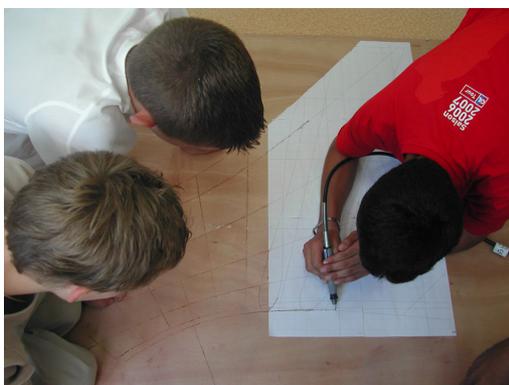


Fig.14 : Gravure des lignes.



Fig.15. Décoration.



Fig. 16 et 17. Le cadran est ensuite fixé sur le mur du collège.

Le cadran analemmatique

L'année suivante, une démarche similaire à celle employée pour la construction du cadran vertical est utilisée. Néanmoins, avant de nous lancer dans la réalisation à proprement parler du cadran, il nous est apparu indispensable de réfléchir avec les élèves au projet, à l'œuvre finale que nous voulions réaliser, d'où la nécessité également d'anticiper et de programmer les différentes tâches que nous allions devoir réaliser.

Dans un premier temps, une visite sur le site de Pommiers où un magnifique cadran analemmatique a été construit, nous a permis d'appréhender le fonctionnement d'un tel cadran, d'imaginer comment il avait été fabriqué et de lister les différents matériaux nécessaires à sa réalisation...

Puis, après avoir réfléchi et arrêté un prototype grandeur nature, il a fallu commencer la gravure sur les dalles de pierre. La gravure sur pierre était une activité qui n'avait jamais été pratiquée par les élèves, il a donc fallu les former.



Fig.18. Gravure des heures et de la dalle centrale.

Un tailleur de pierre, Monsieur Tony Maziotti, est venu au collège. Les élèves ont appris progressivement grâce à lui les "bons" gestes pour entailler la pierre avec des ciseaux et une massette, sans oublier les mesures de sécurité nécessaires telles que le port de lunettes adaptées. Au fil des séances, une certaine dextérité est apparue. Concentration, patience et plaisir furent réunis pour venir à bout du travail de gravure.



Fig.19 et 20. Dalle centrale reconstituée dans la classe et pavés horaires avant installation.



Fig.21. Pose des dalles sur un lit de sable.



Fig.22 et 23. Lecture.

Sitographie

Village d'Este : http://isheyvo.ens-lyon.fr/village_este/cycles/cycle-3/2007-atelier-cadran.
 Arts and stars : <http://artsandstars.ens-lyon.fr/ArtsAndStars/history/analemmatic-sundial>
 Solarium : téléchargement sur Village d'Este. ■