

Avec nos élèves

(Astro)physique pour les lycéens

Isabelle VAUGLIN,

CRAL/CNRS – Observatoire de Lyon, 69230 Saint-Genis-Laval
Responsable régionale de Femmes & Sciences

L'astrophysique est un moyen efficace pour intéresser les jeunes aux sciences. Au Centre de Recherche Astrophysique de Lyon (CRAL), nous avons développé de nombreuses activités dans ce but. Nous les proposons aux enseignants et aux élèves soit lors d'une visite sur le site de l'Observatoire soit à réaliser en classe.

Pourquoi développer l'intérêt pour les sciences auprès des lycéens ?

La désaffection des jeunes pour les sciences est un problème qui touche la France et tous les pays occidentaux depuis plus de trois décennies comme l'a montré déjà en 2007 le rapport Rocard (cf http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf). Il est important d'essayer de contrer ce désintérêt car il comporte, à terme, le risque d'affecter la capacité de recherche et d'innovation de notre pays et de l'Europe alors même que notre société est de plus en plus technologique.

L'astronomie est une science qui a beaucoup d'attraits car elle est ouverte sur tous les grands domaines des sciences physiques (spectroscopie, physique nucléaire, électromagnétisme, mécanique... ainsi que la chimie, la géométrie, les mathématiques, la biologie, etc.), elle permet aussi d'aborder et de mieux comprendre les enjeux de société actuels (climat, énergie, écologie, santé...). Et surtout, bien que science fondamentale, elle suscite l'émerveillement et intéresse a priori les jeunes, avant qu'ils n'y voient de la physique ou des maths !

La particularité du CRAL – Observatoire de Lyon

Le CRAL, situé sur le site historique de l'Observatoire de Lyon, est un laboratoire de recherche qui mène depuis longtemps une ambitieuse politique de diffusion des sciences développer chez les élèves un intérêt pour les études scientifiques. La visite d'un laboratoire de recherche est un moment marquant pour les élèves.

C'est donc par le biais de l'astronomie que nous présentons aux jeunes les sciences physiques. Réalisées par des chercheurs, nos actions ont la particularité de s'inscrire dans un laboratoire de recherche assurant l'expertise astronomique et de valoriser le patrimoine du site dans sa dimension historique et scientifique.

L'offre du CRAL

Pour adapter au mieux le contenu de nos actions aux besoins des enseignants, nous travaillons avec une professeure relai, ce qui permet de suivre les programmes scolaires. Nous proposons :

- l'accueil de classes en visite sur le site, sur diverses thématiques en particulier des visites métiers au cours desquelles les lycéens découvrent l'ensemble des métiers de la recherche, y compris ceux des techniciens et ingénieurs ;
- Des interventions de chercheurs dans les classes ce qui permet de proposer des activités scientifiques à des élèves éloignés des centres urbains, ayant plus difficilement accès à la culture scientifique ;
- Le soutien scientifique, l'aide au montage et le suivi de projets scolaires, soutien aux ateliers scientifiques, aux TPE (et TIPE) et au grand oral quand il sera mieux défini... Nous pouvons être référent scientifique des projets à thématique astronomie et parrainer des classes.

De plus, l'astronomie se prête très bien aux activités transversales ; les projets peuvent être développés avec des enseignants de sciences physiques, de mathématiques, de SVT ainsi que d'histoire-géographie, de français. Un exemple de cette transversalité est illustré dans la BD interactive et documentaire « 2101, sciences et fiction » de Chromatiques (<http://www.2101.fr>) à laquelle nous avons participé et qui permet d'aborder de multiples

thèmes comme les exoplanètes, la biosphère, les changements climatiques, les transports du futur, etc. Partant de la science-fiction, un moyen d'amener les lycéens vers des questions de science avec un support BD numérique et interactif plus attirant pour eux. Le propos de la BD est enrichi par des courtes vidéos de scientifiques sur les sujets évoqués dans les épisodes.

La formation des enseignants

Les enseignants sont souvent demandeurs de soutien pour oser se lancer dans des projets scientifiques. Avec les professeurs relais, nous essayons de répondre à leurs attentes en développant des ateliers, des formations, des projets qui leur sont destinés :

- stages de formation continue inscrits au Plan Académique de Formation sur des sujets variés avec les bases de l'astronomie pour les débutants et des sujets plus spécialisés ;
- ateliers mensuels, un mercredi après-midi par mois, ouverts à tous les enseignants volontaires ;
- référent scientifique et soutien pour leurs projets à thématique astronomique : pour les classes à projet artistique et culturel, à atelier scientifique, projet Passion recherche du CNRS...

Pour aider le plus d'enseignants possible, les documents pédagogiques utilisés pour nos formations et les archives sont disponibles sur le site internet du CRAL, à partir de nos pages spécifiques de la formation continue : <https://cral-perso.univ-lyon1.fr/labo/fc/> .

Nous privilégions l'utilisation de logiciels libres et développons les activités autour de programmes tels que Stellarium, Geogebra, Iris...

Maquettes pédagogiques

Afin de mettre en application les notions abordées lors des visites, des formations ou des projets, nous avons développé de nombreuses maquettes pour faire comprendre aux élèves et leur faire construire. La plupart de ces activités ont été initiées par deux astronomes de l'observatoire de Lyon : Philippe Merlin et Georges Paturel. Les plans et notices d'utilisation sont en général disponibles sur notre site :

(<https://cral-perso.univ-lyon1.fr/labo/fc/astromanu/astromanu.html>).

- *Maquette Terre-Soleil* : une maquette très efficace pour tout comprendre des mouvements de la Terre : son orbite, le sens de rotation, la précession, les

saisons, les équinoxes, les solstices, le soleil de minuit, la durée des jours et des nuits...

- *Cartes du ciel* : pour comprendre les levers et couchers du Soleil et des astres, quelles étoiles sont visibles à une date donnée : construction et pratique pour des ateliers avec les élèves.

- *Théodolite* : à construire et faire construire pour comprendre le mouvement diurne, les systèmes de coordonnées, les changements de coordonnées, le temps sidéral.

- *Astrolabe* : pour aborder les élégantes projections mathématiques nécessaires pour passer d'une sphère céleste en 3D à une projection 2D et apprendre à faire le point comme les meilleurs marins.

- *Orbilune* : pour expliquer les périodes de la Lune, la lunaison, sa position dans le ciel suivant l'époque de l'année, les éclipses, leur prédiction avec la rotation de son plan.

- *Mallettes astronomiques Sidereus Nuncius* : développées à l'occasion de l'AMA09, elles sont toujours disponibles en prêt pour refaire les travaux de Galilée. Outre la lunette de Galilée à monter, elles contiennent le matériel nécessaire pour étudier la chute des corps, l'isochronisme d'un pendule simple et l'effet de la rotation du support ainsi que du matériel optique pour illustrer la nature de la lumière et visualiser la diffraction et la réfraction de la lumière. Chaque mallette contient des fiches de TP pour les élèves et un livret de corrections pour le professeur. Le livre "Sidereus Nuncius", dont nous avons fait une nouvelle traduction du livre original de Galilée, est imprimé avec le texte original en latin sur une page et la traduction en français en vis-à-vis sur l'autre page, ce qui permet de mener un travail en collaboration avec un enseignant de lettres classiques.

Expériences fondamentales de physique

Les expériences emblématiques de la physique sont adaptées pour être réalisables par des lycéens et leur permettent d'aborder la physique en pouvant « faire soi-même ». Elles ont été réalisées en collaboration avec Georges Paturel, Philippe Merlin et l'aide des services techniques du CRAL. Ces expériences sont directement liées à certains thèmes de recherches menées à l'observatoire.

Les cinq expériences sont rassemblées et ont été décrites en détails dans les Cahiers Clairaut n° 150: 1) mesure de la vitesse de la lumière, 2) banc de spectroscopie, 3) balance de Cavendish, 4) méthode des transits pour la détection des exoplanètes et 5)

un banc de démonstration d'optique adaptative (plutôt niveau étudiants).

Elles peuvent être soit présentées aux classes lors de visites soit utilisées par des petits groupes, pour des TPE par exemple et pour les TIPE des classes préparatoires.

Quand elles sont utilisées en autonomie par des élèves, un chercheur ou un ingénieur assure le soutien nécessaire.

Soleil en classe

Nous proposons de faire découvrir aux lycéens notre étoile Soleil, la physique de son fonctionnement, ses propriétés, son influence sur la vie sur Terre. Les chercheurs se déplacent dans les lycées avec une lunette solaire pour faire sur place des observations du Soleil (si le temps le permet !) en toute sécurité. L'observation du Soleil en H α permet de découvrir les taches et protubérances solaires et l'activité se poursuit par un TD sous Geogebra pour mesurer la hauteur d'un spicule ou le diamètre d'une tache à partir de photos prises le jour même ou dans des conditions identiques.

Et pour les filles ?

Si la désaffection des jeunes pour les filières scientifiques est préoccupante, l'absence de jeunes filles dans ces filières est encore plus choquante. Pourtant, les filles réussissent mieux scolairement que les garçons à tous les niveaux (Taux de réussite au bac en 2019 : 91% pour les filles et 86% pour les garçons !). Mais, à cause des préjugés et des stéréotypes, elles se dirigent après le bac vers des filières moins valorisées.

Il est donc important d'arriver à convaincre les jeunes filles que toutes les voies d'études leur sont ouvertes. C'est pour cela que nous avons organisé, avec l'association Femmes & Sciences et d'autres partenaires, des actions spécifiquement pour elles.

- Journée « Sciences, un métier de femmes ! »

Cette journée a lieu le 8 mars, date symbolique de la Journée internationale des femmes, depuis 4 ans. Puisque les stéréotypes entraînent des préjugés tenaces et que les jeunes filles ont du mal à se projeter dans les filières et les métiers scientifiques, nous voulons leur montrer *par l'exemple* que tous les métiers scientifiques sont accessibles aux femmes : elles rencontrent des jeunes femmes doctorantes, techniciennes, ingénieures ou chercheurs travaillant des domaines

technologiques et scientifiques variés, dans le public comme dans le privé.

En 4 ans, nous avons touché près de 1800 lycéennes de toute l'Académie de Lyon. Pour favoriser la participation des lycées des zones rurales à cet événement, nous prenons en charge le transport des lycéennes. Le succès de chaque édition montre la pertinence de s'adresser directement aux lycéennes et que le manque de références féminines dans le monde scientifique a un impact énorme sur la représentation qu'ont les jeunes filles de la place de la femme en sciences.

Organisée dans le cadre des activités de Femmes & Sciences et en collaboration avec le laboratoire ICAR, elle est possible grâce au fort soutien de l'ENS de Lyon. En 2018, Mme Françoise Barré-Sinoussi, prix Nobel de médecine, et Mme Anne-Marie Lagrange, membre de l'Académie des Sciences, nous ont fait l'honneur d'être marraines d'honneur de l'événement ; en 2020, c'est Mme Najat Vallaud-Belkacem qui a accepté ce rôle.

- La Science Taille XX Elles

Dans la dynamique du projet initié par Toulouse, avec le groupe lyonnais de Femmes & Sciences, la Délégation Rhône Auvergne du CNRS et l'École normale supérieure de Lyon nous avons décliné le concept « La Science taille XX Elles » dans la région lyonnaise. Le but est de mettre en lumière les femmes scientifiques d'aujourd'hui et leur métier. Par cette exposition, nous souhaitons attirer l'attention de nos concitoyens pour qu'ils se rendent compte de la présence et des performances des femmes en sciences et pour donner envie à toutes et à tous de s'intéresser et même de faire des sciences. Il s'agit également de proposer aux filles des portraits de femmes scientifiques actuelles, bien dans leur époque et dans leur métier, qui puissent jouer le rôle de modèles auxquels elles puissent s'identifier et qui les aident à se projeter dans ces métiers-là.

L'exposition est empruntable gratuitement par les établissements scolaires et les lieux de cultures. Des rencontres avec les femmes scientifiques sont envisageables lors de journées d'animations prévues pendant la période de l'emprunt.

Pour tout renseignement : isabelle.vauglin@univ-lyon1.fr