

La forme de la **GALAXIE**

Trois lycéens de Première scientifique du lycée Les Augustins à Pontarlier, Florian, Valentin et Vincent, se sont lancés, pendant l'année scolaire 2012-13, dans un ambitieux projet scientifique, dans le cadre de leur TPE (Travail personnel encadré). Ils nous proposent un récit condensé de cette aventure.

EU-HOU

(Hands-On Universe, Europe,)

EU-HOU est une structure pédagogique internationale, regroupant plusieurs centaines d'enseignants et de scientifiques de 14 pays européens, dont l'objectif est de promouvoir auprès des jeunes la recherche en astronomie, dans le cadre du renouveau de l'enseignement des sciences et de la pratique de méthodes interactives. L'utilisation de technologies modernes (Internet, webcam, etc..) permet de susciter l'intérêt des élèves des collèges et lycées. EU-HOU propose aux enseignants du secondaire l'organisation d'un réseau d'établissements pilotes et de personnes ressources. Les travaux pratiques proposés s'appuient sur des observations réelles, acquises si possible par les élèves eux-mêmes. Un réseau de télescopes automatiques, pilotés via Internet, ainsi que des outils dédiés, est mis à disposition des équipes intéressées.

La radio-astronomie est une des techniques phares de EU-HOU, car sa pratique est relativement simple. Les observations radio-astronomiques peuvent être réalisées durant les heures ouvrables et même quand il ne fait pas beau. Deux radiotélescopes européens peuvent être utilisés : l'un (2,3 m de diamètre) est situé à l'observatoire d'Onsala, en Suède ; l'autre (7 m de diamètre) se trouve à l'observatoire Jodrell Bank (Royaume-Uni.) Avec ces radiotélescopes, il est possible de détecter l'émission de la raie à 21cm de l'hydrogène atomique du gaz hydrogène de la Galaxie.

De nombreux autres thèmes de recherche sont proposés aux enseignants et à leurs élèves. Citons entre autres : les satellites de Jupiter, les mesures de distance en astronomie, les galaxies, les trous noirs, et même la détection des exoplanètes. Des stages de formation pédagogique sont organisés pour les enseignants volontaires. En France, ils ont lieu à l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC), dans le cadre de la formation continue des enseignants, et ils font partie du programme européen Comenius.

Leur sujet : retrouver la forme de la Galaxie à partir d'observations radioastronomiques.

Leurs moyens : utiliser les radiotélescopes mis à disposition des amateurs, via Internet, par l'association européenne, EU-HOU (lire encadré).

Leurs appuis : leur professeur de sciences physiques M. Chiodi et celui de mathématiques Mme Ronzi, le président du club astro de Pontarlier M. Esseiva et aussi M. Maintoux, radioastronome amateur compétent sur ce sujet.

Leur secret de réussite : un gros travail personnel pour comprendre et intégrer les notions d'astronomie, de physique et de mathématique indispensables pour mener à bien un tel projet.

Les trois jeunes scientifiques étant aussi des poètes, c'est en vers que, pour commencer, ils nous présentent le sujet choisi et le déroulé de leur projet.

LE DÉROULEMENT DU TPE

*Dominante figure de la sphère céleste
Inspirant les chefs-d'œuvre, pour toujours elle reste
Tellement éloignée, elle nous garde en son sein
C'est le cœur du Sagittaire qui la maintient
Gravitant sans cesse, les étoiles par milliers
Tracent dans notre esprit d'incessantes pensées
La bouche grande ouverte, nous admirons sa beauté
Restée pour longtemps une grande Voie lactée*

*Comment comprendre que notre belle galaxie
Ressemblant à une bande, n'est rien de tout ceci
Vu comme hors du commun, elle n'a rien de spécial
Hormis une grande taille, sa forme est spirale
C'est grâce à la Physique, et aux Mathématiques
Que nous allons montrer cette vérité logique*

*Nécessitant de nombreuses connaissances
Sur notre Galaxie et notre monde immense
Le décalage vers le rouge, et celui vers le bleu
A partir de lointains nuages gazeux,
Nous permettront de tracer, petit à petit
Une grande carte sur notre Galaxie
De notre position, nous en retirerons
Sa forme générale avec précision*

*Nous aurons tout d'abord une première partie
Dont nous aurons besoin pour comprendre la Galaxie
Sur les lois physiques, l'interprétation du ciel
Dans une seconde partie, les expériences réelles
Les vues mathématiques pour dresser le portrait
Dans la dernière partie, de la forme qu'elle aurait.*



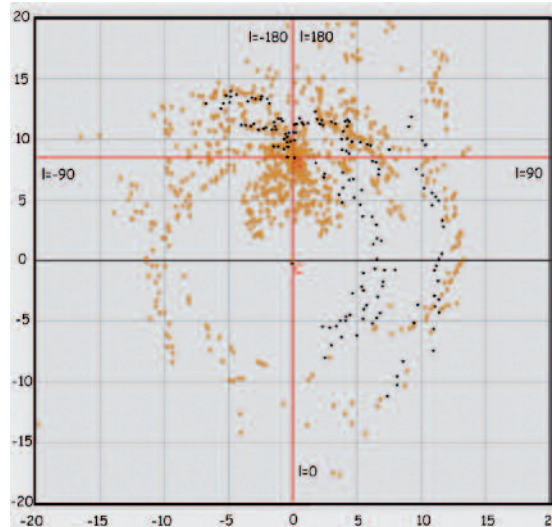
1. De gauche à droite : Florian Leroux, Vincent Maillard, Valentin Sorlet, MM. Chiodi, Maintoux et Esseiva à Orsay sur le site d'observation de M. Maintoux à Orsay.

vés non conformes au niveau des mises à jour pour afficher les résultats des observations. C'est donc chez nous que nous avons réalisé les observations.

De fin octobre à fin décembre 2012, nous avons ainsi effectué plus de 300 acquisitions avec les trois télescopes mis à notre disposition par le réseau EU-HOU, et nous avons pu détecter et localiser une centaine de nuages dans notre Voie lactée. Notre carte se limite à la moitié de la Galaxie accessible depuis le ciel européen, car tous les radiotélescopes dont nous avons disposé se situent en Europe. Madame Ronzi, professeur de mathématiques, nous a aidés à comprendre comment le théorème d'Al Kashi permet de calculer la position du nuage concerné par rapport à celle du centre galactique et la nôtre. Grâce à ce travail, nous avons été capables de positionner les nuages détectés sur le plan de notre Galaxie. Enfin, nous avons conclu en comparant nos résultats aux cartes détaillées publiées par EU-

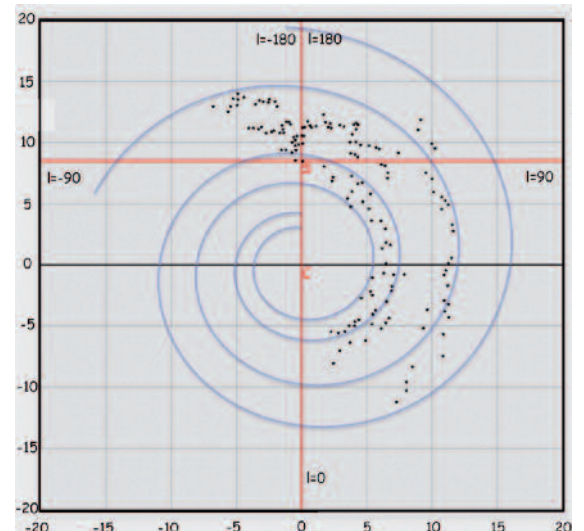
« Nous avons eu trois mois pour mener à bien ce projet, en plus de notre travail scolaire habituel. M. Nicolas Esseiva, président du club astro de Pontarlier et enseignant en SVT au lycée Xavier Marmier de Pontarlier, nous a proposé de nous inspirer du travail que M. Jean-Jacques Maintoux, radioastronome amateur, avait réalisé avec son radiotélescope et qui lui avait permis d'établir une carte de la Voie lactée*.

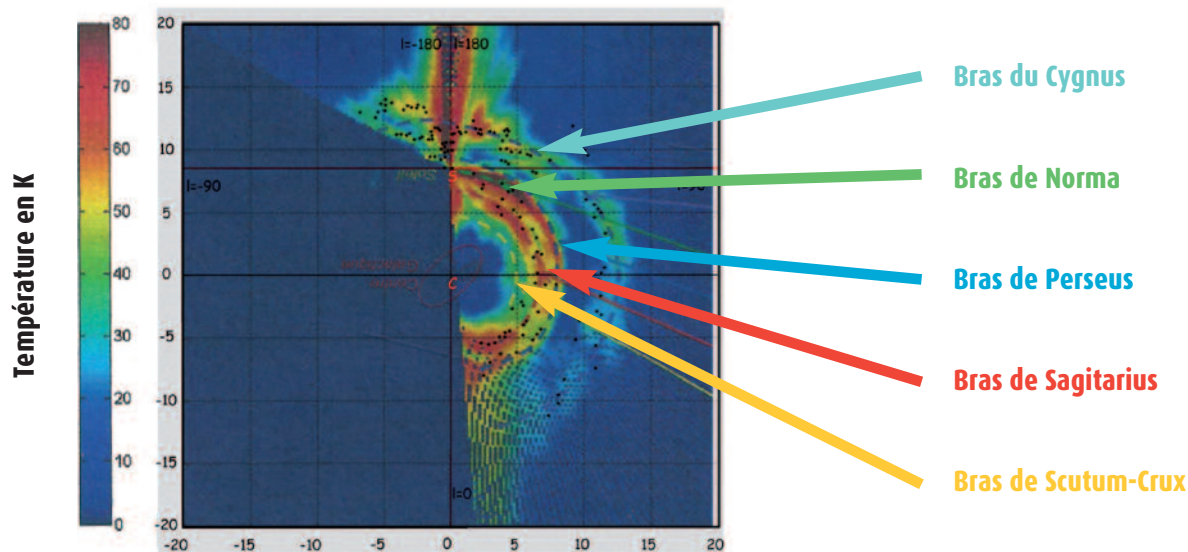
Dans un premier temps, nous avons étudié les bases scientifiques nécessaires pour réaliser ce travail. Pour commencer nous avons étudié avec Monsieur Chiodi, notre professeur de physique, l'émission de nature quantique de l'onde électromagnétique par les atomes d'hydrogène, ce qui est le fondement de cette étude. La clef en est le décalage de sa longueur d'onde par effet Doppler dû à la vitesse radiale qu'ont ces atomes dans un nuage interstellaire par rapport à nous. Nous avons ainsi compris comment on peut mesurer cette vitesse à partir du spectre du signal qui est capté par un radiotélescope. Dans un second temps, nous avons réalisé des observations, dans le but d'acquérir les données nous permettant d'établir nous-mêmes une ébauche de la carte de la Voie lactée. Et là, au début, nous avons rencontré quelques freins dans notre épopée galactique. En effet, alors que nous avions prévu d'observer au lycée les jeudis où deux heures sont consacrées aux TPE, les ordinateurs du lycée se sont trou-



2. Sur la carte ci-contre, nous avons reporté nos nuages (en noir) et ceux de l'observatoire de EU-Hou (en orange). À partir de là, nous remarquons que nos points correspondent aux emplacements de ceux de EU-Hou hormis ceux inclus dans l'ellipse rouge.

3. Les tracés en bleu de cette carte correspondent au tracé général des bras de la Voie lactée (tracé trouvé sur le site de EU-Hou). Nos nuage suivent bien le tracé des bras et même ceux qui étaient inclus dans l'ellipse rouge de la précédente carte. Donc nous n'avons pas d'erreur sur l'emplacement de ces nuages.





4. Comparaison de nos nuages avec la carte obtenue par Jean-Jacques Maintoux tirée du magazine *l'Astronomie*

HOU et aussi à celles de M. Jean-Jacques Maintoux ; nous avons constaté avec plaisir que notre travail était en accord avec ces publications. Sur notre carte, nous avons pu voir en particulier trois bras : ceux du Cygne, du Sagittaire et de Persée (figure 4).

Pour compléter notre travail, M. Jean-Jacques Maintoux a eu la gentillesse de nous recevoir à Orsay dans son observatoire. Il nous a montré le matériel utilisé en radioastronomie et il nous a expliqué comment fonctionnent l'antenne mobile, l'électronique et l'informatique qui permettent d'exploiter les données recueillies. Nous avons beaucoup apprécié cette journée de découverte ! » (figure 1)

LES RÉSULTATS

« Nous avons comparé les cartes établies par nous à celles trouvées par les scientifiques. D'abord nous avons comparé notre carte à celle trouvée sur le site de Eu-Hou et pour cela, nous les avons superposées (figure 2). Ayant détecté une erreur, on a décidé de la comparer à la forme générale de deux des bras de la Galaxie (figure 3)

Ensuite, nous avons utilisé l'article que J.-J. Maintoux a publié dans *l'Astronomie*, où il explique comment font les

« Nous avons l'impression d'avoir vécu une vraie aventure à l'occasion de ce travail scolaire. »

scientifiques pour déterminer la forme de notre Galaxie.

La superposition de leur carte et la nôtre était évidente et le résultat obtenu est visible sur la figure 4.

Pour la création de leur carte, les scientifiques obtiennent une cartographie de la galaxie plus précise car ils utilisent le spectre complet d'émission des nuages. Contrairement à nous, car nous utilisons seulement le sommet du spectre qui donne juste un point sur la Galaxie. Et c'est pour cela que nous ne pouvons pas différencier les 5 bras comme dans l'article mais plutôt 3 qui sont le bras du Cygne et celui du Sagittaire confondu avec le bras de Persée. »

BILAN

« Ce travail nous a passionné tous les trois. Valentin et Florian ont maintenant envie de découvrir plus de choses et d'observer le ciel notamment avec des télescopes optiques. Quant à Vincent, il a pu réaliser une expérience scientifique en rapport avec sa passion. De plus, par ce travail de groupe et en peu de temps, nous avons la satisfaction d'avoir ébauché une carte de notre Galaxie, alors qu'il est impossible de la voir de l'extérieur. Nous ne savons pas si nous travaillerons dans le domaine de l'astronomie, mais nous avons le sentiment d'avoir vécu une vraie aventure à l'occasion de ce travail scolaire. Les sciences sont une occasion d'ouvrir des horizons inattendus : les professeurs qui nous ont accompagnés ont été aussi enthousiasmés d'approfondir les domaines abordés, et nous avons rencontré des personnes hors du commun qui vivent intensément leur passion : ils nous motivent à suivre un chemin similaire !

*Les lecteurs de *l'Astronomie* se souviennent certainement des deux articles de Jean-Jacques Maintoux, publiés dans les n° 54 et 55 (octobre et novembre 2012), où il présente ses travaux sur ce sujet : « À l'écoute de la Galaxie » et « La forme de la Galaxie ». Les lecteurs intéressés pour en savoir un peu plus sur le sujet, pourront se reporter à ces textes, qui leur apporteront les explications et les commentaires nécessaires à une bonne compréhension. Ces textes sont consultables sur le site de J.-J. Maintoux. www.f1ehn.org