

SPECTROSCOPIE À LA FÊTE DE LA SCIENCE

Floriane Michel, professeure de sciences physiques et **Julien Orus**, professeur de mathématiques au lycée La Pléiade à Pont de Chéruy (38).

Dans le cadre de la Fête de la science, nous avons proposé un atelier autour de la composition des étoiles. Nous avons mobilisé quelques élèves volontaires sur le projet que nous avons formé durant deux séances de 1 h, puis un peu d'entraînement le jour de l'atelier. Nous n'avons utilisé que du matériel du lycée.

L'atelier se décompose en trois parties : chaque gaz a sa signature, le spectre des étoiles, l'atmosphère des exoplanètes.

Atelier 1 : chaque gaz a sa signature

Matériel : une dizaine de spectroscopes (boîte en carton avec un réseau), une lampe à vapeur de mercure, une lampe à vapeur de sodium, une ou deux lampes de bureau avec une ampoule fluocompacte, une affiche plastifiée avec le spectre de différents gaz.

Déroulement : lorsque des visiteurs arrivaient, les élèves leur présentaient l'atelier et leur proposaient d'observer la lumière « naturelle » en leur expliquant le fonctionnement d'un spectroscope. Ils introduisaient ainsi la notion de spectre. Puis, ils proposaient d'observer une des lampes à vapeur allumées sur la table et d'expliquer les différences avec le spectre observé précédemment. Ils introduisaient ainsi la notion de spectre de raies. Les visiteurs pouvaient ainsi observer que les spectres des deux lampes étaient différents et ainsi que chaque gaz a une signature bien précise. Nous avions préparé une feuille plastifiée avec le spectre de quelques gaz. Les visiteurs ont alors été invités à donner les valeurs de longueurs d'onde qu'ils pouvaient lire dans les spectroscopes et ainsi associer une couleur avec un nombre. Ils ont ainsi retrouvé que l'une des lampes à décharge était une lampe au mercure. Dans un deuxième temps, ils ont observé le spectre de la lumière émise par l'ampoule fluocompacte et retrouvé les mêmes raies que le mercure et ainsi en déduire qu'elle contient cet élément.

Atelier 2 : le spectre des étoiles

Matériel : un ordinateur avec un spectromètre, une affiche pour montrer le chemin suivi par la lumière des étoiles, deux affiches plastifiées avec le spectre graphique d'une étoile et des données sur les raies des différents gaz, deux marqueurs.

Déroulement : dans un premier temps, les élèves ont expliqué le lien entre un spectre avec les couleurs et un pro-

fil spectral, représentation graphique du spectre à l'aide de celui du Soleil obtenu avec le spectromètre. Puis, ils ont montré l'affiche 2 avec le parcours de la lumière du Soleil pour expliquer ce que l'on observe (photosphère, chromosphère) et comment on retrouve la signature des gaz dans les pics d'absorption.

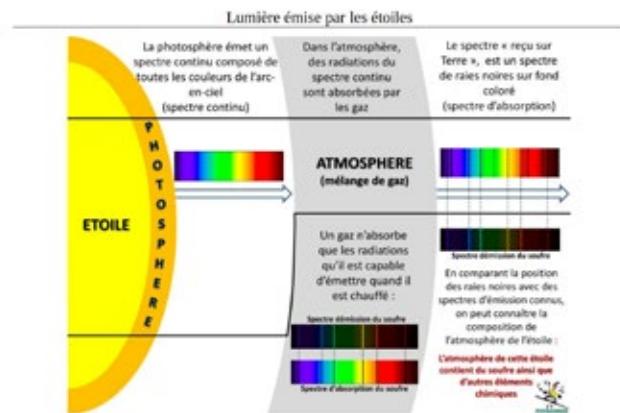
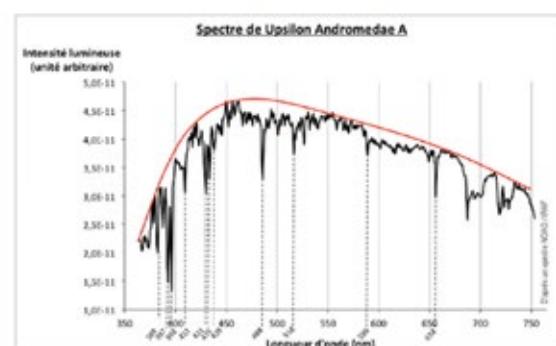


Fig.1. Affiche 2 (source physagreg).

Ils ont alors pu faire faire un petit jeu pour retrouver la composition des gaz de l'étoile : l'affiche ci-dessous était plastifiée et à l'aide de feutres effaçables, les visiteurs ont ainsi pu cocher les longueurs d'onde que l'on retrouve dans les gaz et retrouver ceux présents dans l'étoile.

Atelier 3 : Composition de Spectre d'une étoile



Élément chimique	Longueur d'onde des raies d'absorption (nm)
H	389, 397, 411, 435, 488, 658
He	439, 471, 505, 706
Fe	431, 467, 496, 527
Mg	518
Na	589
Ca	397, 423
C	597, 581
O	556

Pour qu'un gaz soit présent, toutes les raies du gaz doivent être présentes.

Fig.2. Affiche 3 (source CLEA).

l'atmosphère des exoplanètes

Matériel : une ardoise et un marqueur, deux affiches ci-dessous.

Déroulement : cet atelier est un peu plus avancé. À l'aide de l'affiche 4, les élèves ont expliqué que les molécules ont aussi une signature et qu'on peut les retrouver dans les spectres de l'atmosphère des exoplanètes.

L'affiche 5 permet de comprendre comment on obtient

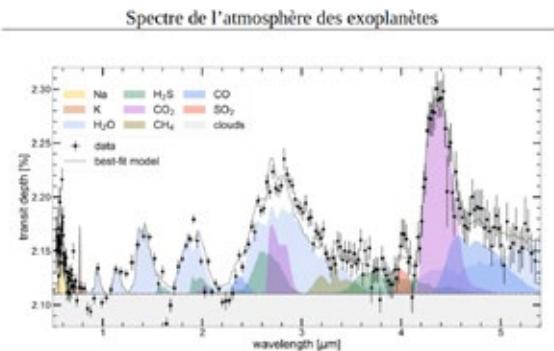


Figure 4: The JWST-PRISM transmission spectrum of WASP-39b with key contributions to the atmospheric spectrum. The black points with 1- σ error bars

Télescope spatial James Webb

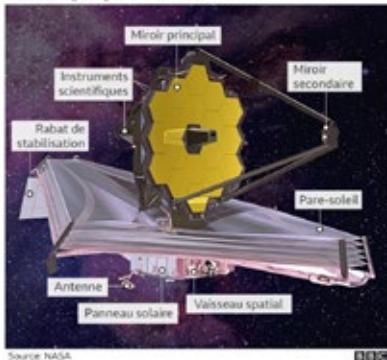


Fig.3. Affiche 4 (source Nasa).



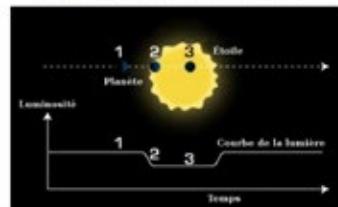
Visiteurs à l'atelier 1.



Visiteurs à l'atelier 2.

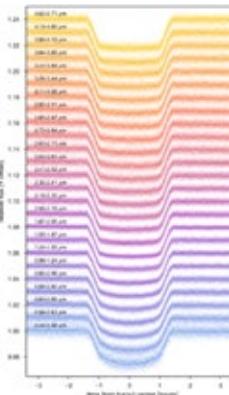
Spectre des exoplanètes : comment l'obtenir

Méthode des transits : L'intensité de la lumière qui nous vient d'une étoile diminue lorsqu'une planète passe devant elle.



Le transit n'a pas la même taille pour toutes les couleurs. Certaines couleurs sont absorbées par l'atmosphère de l'exoplanète et d'autres moins.

Si



la taille du transit est la même pour toutes les couleurs, l'exoplanète n'a pas d'atmosphère.

Cette exoplanète a-t-elle une atmosphère ?

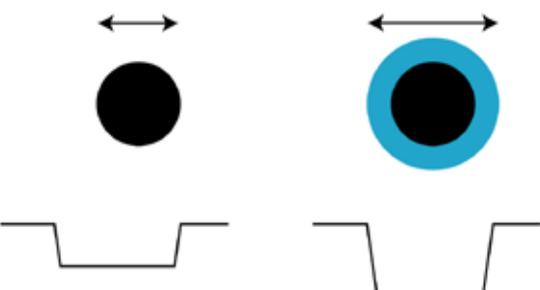
Fig.4. Affiche 5

(source wikipedia pour la 1^{re} image - NASA pour la 2^e).

le spectre de l'atmosphère des exoplanètes. A l'aide de l'ardoise, les élèves ont pu réaliser des schémas pour expliquer que la profondeur du transit dans une longueur d'onde précise dépend de la capacité d'absorption de l'atmosphère dans cette longueur d'onde.

Cette expérience a beaucoup plu aux élèves qui souhaitent recommencer. Nous avons eu une centaine de visiteurs

apparaît plus petite apparaît plus grande



transit moins profond

transit plus profond

Une exoplanète dont l'atmosphère n'absorbe pas la longueur d'onde paraîtra plus petite que si l'atmosphère absorbe la longueur d'onde

qui sont repartis ravis.