

## Correction examen décembre 2024 - exo : A la recherche de la vie dans l'univers (10 points)

Contexte :

Vous êtes un extraterrestre originaire d'un système lointain. Vous vous intéressez à la présence de vie en dehors de votre propre planète et souhaitez explorer votre galaxie. Vos ressources sont limitées, et vous devez faire des choix technologiques et scientifiques pour réussir cette mission.

1/ Citez deux types d'outils que vous pouvez utiliser pour sonder l'univers à la recherche de planètes. Pour chacun, expliquez le principe physique sur lequel il repose. (/1)

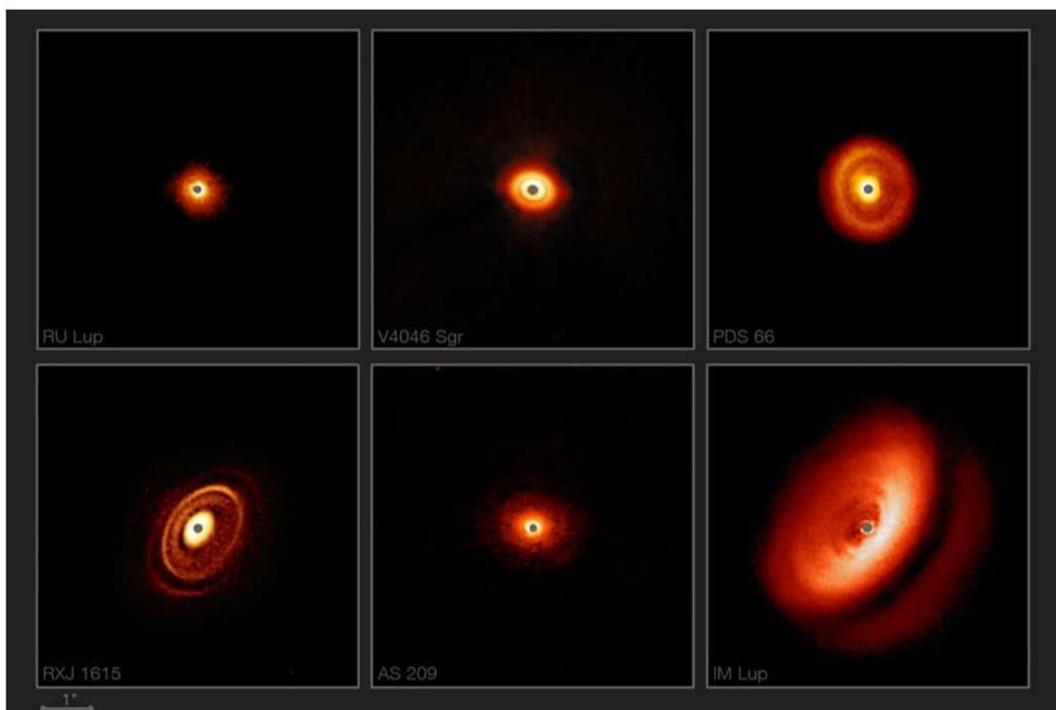
**Télescope (réflexion) et lunette (réfraction)**

2/ Vous ne pouvez construire qu'un seul des outils cités précédemment. Lequel choisissez-vous et pourquoi ? Justifiez votre choix en expliquant ses avantages pour l'exploration de planètes lointaines. (/0.5)

**Télescope permet d'éviter l'aberration chromatique et d'observer des objets lointains**

3/ Vous observez les différents systèmes planétaires ci-dessous. Expliquez ce que vous voyez en vous appuyant sur les étapes principales de la formation des systèmes planétaires. (/1)

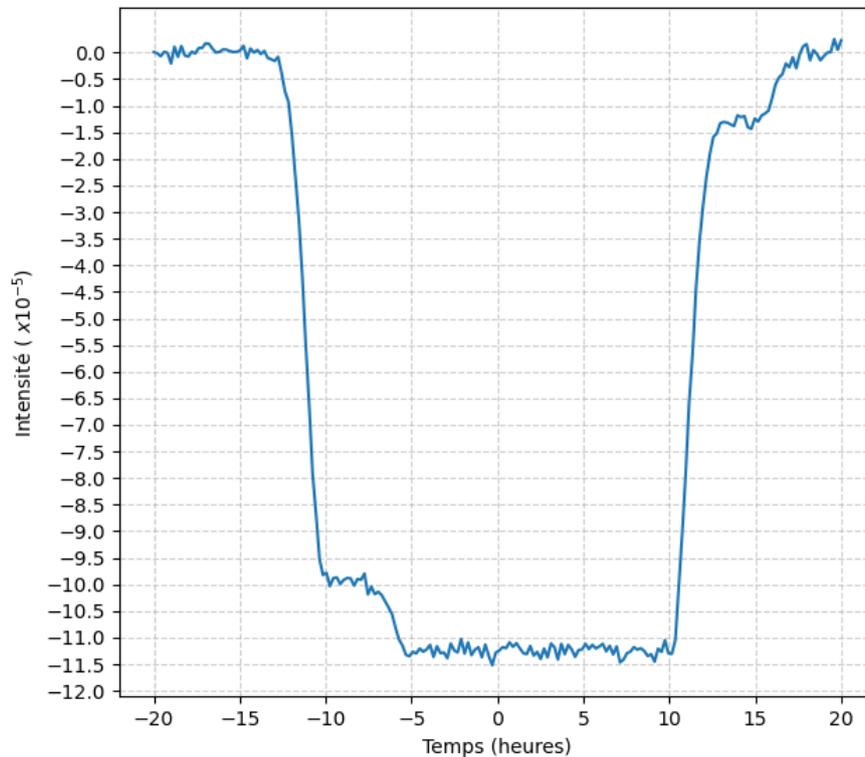
**Observation de systèmes planétaires à différents stades de leur histoire : disque en cours d'effondrement jusqu'aux traînées du à la formation de planétésimaux autour de l'étoile.**



4/ Parmi les différents objets observés, un système en particulier vous paraît prometteur dans votre quête de planètes habitables : notre système solaire. En pointant votre télescope vers notre Soleil, vous mesurez l'intensité de la lumière émise et obtenez la courbe

d'intensité présentée ci-dessous. Expliquez ce que montre cette courbe et ce que vous pouvez en déduire sur notre système solaire. (/0.5)

Courbe de transit avec deux objets qui passent dans notre SS.



5/ En utilisant le graphique de lumière mesurée, estimez la taille des deux objets observés. On rappelle :  $\Delta F / F = R_p^2 / R_e^2$ . Proposez une hypothèse sur les objets que vous venez de repérer en comparant les tailles obtenues avec celle de la Terre et de Jupiter (voir Données plus bas). (/1.5)

On trouve  $R_p = 2.5 \cdot 10^4$  km pour le premier objet. Rayon compris entre celui de Jupiter et de la Terre. Il s'agit d'une géante plus petite que Jupiter = Uranus.

Pour le deuxième objet, on trouve  $R_p = 3.4 \cdot 10^3$  km. Plus petit que la terre. Il s'agit de mars

6/ Votre dernière hypothèse vous donne envie de mieux connaître ce système planétaire et vous décidez de lancer une mission de reconnaissance vers ce système planétaire. En approchant du Système Solaire, vous vous rendez compte que ce système planétaire possède huit planètes. Pourquoi n'avez-vous pas vu les huit lors de la mesure du transit effectuée précédemment ? Quels facteurs peuvent expliquer cette limitation ? (/0.5)

Temps d'observation trop court, pas de transit de Jupiter pendant cette période d'observation + objets trop petits pour être détectés lors du transit = signal de transit comparable au bruit de la mesure.

7/ Citez une autre méthode de détection des exoplanètes et expliquez brièvement son fonctionnement. (/1)

### Méthode de la vitesse radiale basée sur l'effet doppler.

8/ Vous remarquez ensuite que les planètes sont réparties le long de l'axe héliocentrique selon la loi mathématique  $r = 0.4 + 0.3 * 2^{n-1}$ . Dans cette formule, r est la distance moyenne de la planète à son étoile en Unités Astronomiques (UA) et n est le numéro de la planète en comptant depuis Vénus à n=1 (n=-∞ pour Mercure). En utilisant cette loi, calculez la distance moyenne entre Mars et le soleil. Même question pour la Terre. Que pensez vous de cette dernière distance estimée ? (/1)

Pour mars, on prend n=3. Donc  $r = 0.4 + 0.3 * 2^2 = 1.6$  UA

Pour la Terre, n= 2, r= 1AU. On retrouve la définition de l'unité astronomique.

9/ Vous vous demandez maintenant si ces planètes sont habitées ? Citer 3 critères nécessaires à l'émergence de la vie (/1)

Présence d'une atmosphère et d'une magnétosphère

Planète située dans la zone habitable du système qui permet la stabilité de l'eau liquide

Présence de la lune qui assure un climat stable

10/ En utilisant votre spectromètre, vous analysez la composition de l'atmosphère terrestre. Expliquer le principe de cette mesure et décrivez ce que vous pourriez observer et comment vous pourriez savoir si cette atmosphère est favorable à la vie. (/1)

Utilisation de la spectroscopie pour sonder la composition de l'atmosphère : La lumière de l'étoile est réfléchiée par la planète. Une partie des rayonnements est absorbés lors de la traversée de l'atmosphère, en étudiant les bandes d'absorptions dans le spectre, on va chercher des bandes liées à des molécules organiques (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, ...).

11/ Pour atterrir sur la Terre, vous devez connaître sa vitesse de rotation. Expliquez comment utiliser votre spectromètre pour mesurer cette vitesse. (/1)

Utilisation de la spectroscopie et de l'effet Doppler, on mesure le décalage des raies entre le centre de la planète et l'extérieur de la planète. Ce décalage peut être lié à la vitesse à laquelle l'extérieur de la planète s'éloigne de l'observateur = vitesse de rotation de la planète si on se place dans le cas où l'observateur est fixe par rapport à la planète.

Bon courage dans votre mission interstellaire ! 

### Données :

Diamètre du Soleil =  $1.4 * 10^6$  km.

Diamètre de la Terre =  $1.2 * 10^4$  km.

Diamètre de Jupiter =  $1.2 * 10^5$  km.

1 UA =  $150 * 10^6$  km.