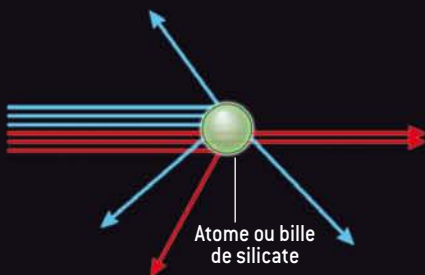


Les principaux processus qui déterminent la couleur d'une exoplanète

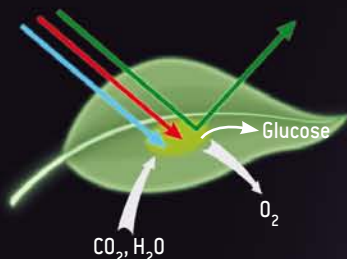
1. La diffusion Rayleigh

Ce phénomène explique la couleur bleue du ciel terrestre. Les molécules de gaz sont de taille inférieure aux longueurs d'onde de la lumière visible et diffusent ce rayonnement, en raison des interactions du champ électromagnétique de la lumière avec les nuages électroniques des molécules. La probabilité de diffusion est inversement proportionnelle à la puissance 4 de la longueur d'onde. Ainsi, la composante bleue de la lumière est 16 fois plus diffusée que la partie rouge. Sur les jupiters chauds, des brouillards de silicates (des billes de 100 nanomètres de diamètre) produisent une diffusion Rayleigh et donnent une teinte bleue à la planète.



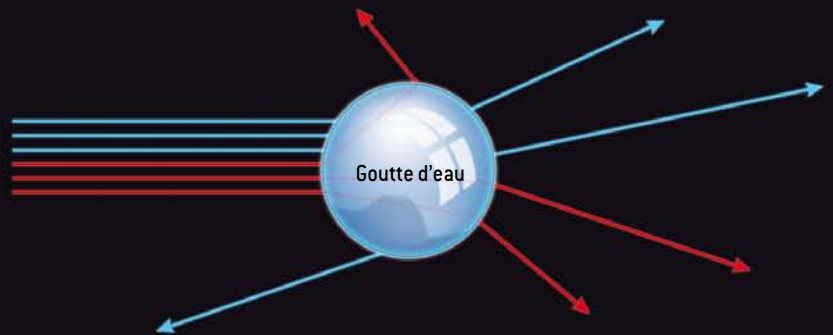
3. La photosynthèse

Sur Terre, de nombreux végétaux utilisent la lumière du Soleil pour leur métabolisme. Le processus est celui de la photosynthèse pour lequel la chlorophylle, un pigment, joue un rôle crucial. Cette molécule absorbe essentiellement le rayonnement bleu et rouge, d'où la couleur verte caractéristique des plantes. L'énergie lumineuse participe à des processus chimiques d'oxydation et d'hydrolyse de l'eau, puis les produits de la réaction sont utilisés pour produire du glucose. La végétation verte contribue (de façon limitée) à la couleur de la Terre. Elle est surtout notable par l'absorption du rouge. La présence éventuelle de photosynthèse sur une exoplanète influencerait ainsi sur sa couleur.



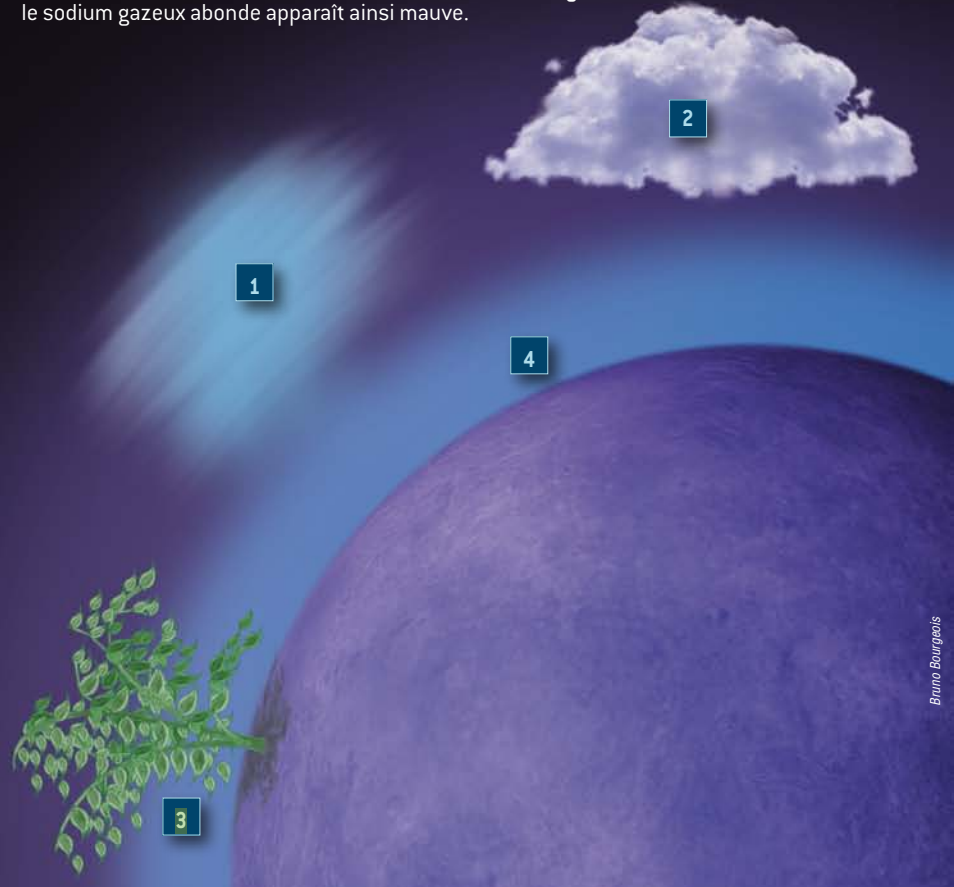
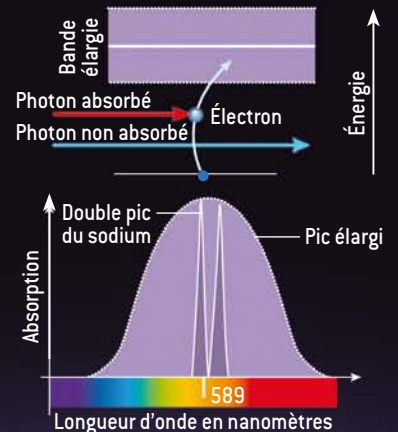
2. La diffusion de Mie

Ce processus est similaire à la diffusion Rayleigh, mais correspond à la diffusion de la lumière incidente sur des particules sphériques de taille supérieure à la longueur d'onde lumineuse. Le rayonnement est diffusé surtout dans la direction de propagation de l'onde incidente et l'effet dépend peu de la longueur d'onde. La diffusion de Mie explique par exemple pourquoi les nuages terrestres sont blancs. La présence de nuages sur une exoplanète pourrait donner lieu à la diffusion de Mie. Son albédo (ou facteur de réflexion, le rapport de l'énergie stellaire réfléchi sur l'énergie stellaire reçue) serait alors supérieur à celui d'une planète dépourvue de nuages. De tels nuages pourraient expliquer pourquoi certains jupiters chauds sont plus lumineux que d'autres.



4. L'absorption

Les photons, les particules de lumière, peuvent être absorbés par un électron de l'atome. L'électron passe alors d'un niveau d'énergie à un autre plus élevé. L'énergie du photon doit correspondre exactement à l'écart d'énergie entre les deux niveaux pour assurer la transition de l'électron. Par exemple, le sodium gazeux a deux transitions possibles dans le visible. Il absorbe de la lumière orange. Mais dans l'atmosphère à haute pression d'un jupiter chaud, les pics d'absorption s'élargissent. Le sodium absorbe alors une large bande de la lumière visible. Une planète où le sodium gazeux abonde apparaît ainsi mauve.



point dans l'espace, et on se retrouve dans une situation similaire à l'observation des exoplanètes. Or les mesures de luminosité d'EPOXI permettent de reconstruire dans les grandes lignes la distribution des océans et des continents sur Terre en fonction de la longitude, ainsi que l'évolution de la couverture nuageuse globale.

Cette expérience pourrait être appliquée aux exotérres. Les chercheurs mesureraient la distribution globale et longitudinale des océans, des continents et de la couverture nuageuse, simplement à partir des variations de couleur accumulées au fil du temps. Dans le Système solaire, la Terre est unique non seulement par sa couleur bleue, mais aussi par les fortes variations de ses couleurs, entre les différentes parties du globe et en fonction des mouvements rapides des nuages. Toutes les autres planètes ont une couverture homogène, à l'instar de Vénus et Neptune, ou la répartition des couleurs est stable, comme sur Mars et Jupiter.

Les deux facteurs d'évolution des couleurs (les variations en longitude et les changements rapides au cours du temps) sont des indicateurs intéressants pour la recherche

de vie à la surface d'une planète. Les variations en longitude pourraient révéler une alternance d'océans et de continents, donc le signe d'une activité tectonique, qui participe au cycle du carbone avec des échanges entre le dioxyde de carbone atmosphérique et les roches riches en carbonates. Certains chercheurs avancent qu'un tel cycle peut participer au développement de la vie, mais cela reste très débattu. Enfin, la variation rapide des couleurs signe la présence de nuages et du cycle potentiel de l'eau avec la présence d'eau liquide, essentielle à la vie telle que nous la connaissons.

Observer une exoterre ?

Mesurer les couleurs d'une exoterre avec la méthode des éclipses et des transits sera très ardu. Une planète de cette taille est bien plus petite qu'un jupiter chaud (elle projette un disque 100 fois plus petit), et ces méthodes atteignent alors leur limite. À cette échelle de précision, les étoiles varient constamment en couleur et en intensité, de par l'activité magnétique sur leur surface bouillonnante. Ce signal

complexe risque de cacher la contribution d'une planète de petite taille.

L'autre option est de tenter d'observer la planète directement. Une exoterre sera plus distante de son soleil qu'un jupiter chaud, mais le problème subsiste, comment distinguer... le ver luisant à côté du phare ? Ces dernières années pourtant, les techniques nécessaires à ce type d'observations ont connu de nets progrès. Plusieurs planètes géantes ont été observées directement, mais seulement dans l'infrarouge. Seule l'émission thermique de la planète est observée, et pas du tout la lumière réfléchie. Ainsi, on est encore loin de pouvoir mesurer de cette façon la couleur d'une exoterre, mais, en théorie, l'approche est prometteuse.

La mesure de la couleur de la planète Isis nous permet de mieux comprendre les jupiters chauds, ce qui aide à nous les représenter et à nous les rendre plus proches. Ce résultat constitue un pas de plus vers l'objectif captivant qu'est l'exploration des atmosphères d'exoplanètes de divers types – l'exploration de nouveaux mondes, dont certains abritent peut-être la vie. ■



LES RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

{ Partagez les savoirs }

Entrée gratuite

PROGRAMMATION AUDIOVISUELLE

Samedi 5 avril — 15h30

L'étrange créature du lac noir

Réal. : J. Arnold, États-Unis, 1954, 79 min., VOSTF - Séance jeune public, à partir de 8 ans

MÉTIERS DU MUSÉUM

Dimanche 27 avril — 15h

Vétérinaire à la Ménagerie

N. Chaï, vétérinaire en chef

UNE EXPO / DES DÉBATS

Lundi 28 avril — 18h

Exposition Nuit : A-t-on tous peur de la nuit ?

Trois exemples amérindiens

A.-G. Bilhaut, anthropologue, Centre Enseignement et Recherche en Ethnologie Amérindienne

G. Bordin, ethnographe, Centre de Recherche sur l'Oralité

J. Galinier, ethnologue, CNRS

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, rubrique : "Les rendez-vous du Muséum"



Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire