

Activité documentaire : particules, ondes, rayonnements, c'est pareil ?

Compétence travaillée : extraire et exploiter de l'information.

Document 1 : faire la lumière sur la lumière.

Il n'est pas facile de parler de la lumière d'une façon simple et correcte. [...] Sur l'eau d'un étang tranquille, un insecte s'agite. Tout autour de lui, des ondes circulaires s'éloignent et se propagent jusqu'à la rive. La distance entre deux crêtes est la « longueur d'onde ». [...]

Les sons qui émergent d'un haut-parleur sont aussi des ondes. C'est l'air qui vibre. Ce ne sont pas des cercles concentriques, mais des sphères concentriques qui se propagent dans toutes les directions. [...] les longueurs d'onde vont de plusieurs mètres pour les sons plus graves à quelques centimètres pour les sons plus aigus.

D'une bougie qui brûle dans la nuit partent des ondes de lumière. Comme les ondes sonores, ce sont des sphères concentriques. La lumière jaune de la bougie a une longueur d'onde d'environ un demi-micron. [...]

En variant la longueur d'onde, on couvre toute la gamme des ondes électromagnétiques. Du kilomètre au centimètre, on est dans le domaine radio. A plus courte longueur d'onde, on passe [...] à l'infrarouge, qui s'étend jusqu'au micron environ. La lumière visible occupe une bande entre sept dixième et quatre dixième de micron. Ensuite on rencontre successivement l'ultraviolet, les rayons X et les rayons gamma.

Hubert Reeves, *patience dans l'azur*.

Document 2 : les domaines des ondes électromagnétiques.



D'après le site internet www.je-comprends-enfin.fr

Document 3 : les messagers du Soleil.

Le Soleil émet des rayonnements de différentes natures. Il y a d'une part le vent solaire, venant de l'atmosphère solaire, qui met 4 jours pour atteindre la Terre.

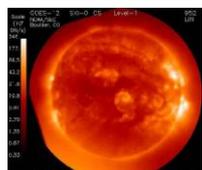
D'autre part, le Soleil émet un rayonnement électromagnétique très intense.

Sa surface à 5700 °C rayonne selon la loi de Planck décrivant l'émission de lumière par les corps chauffés.

Le Soleil émet également des ondes radio, dues aux électrons accélérés ou freinés dans son atmosphère, des rayons X causés par les champs électriques et magnétiques très intenses dans le Soleil, et enfin des rayons gamma très énergétiques venant des réactions nucléaires. Tous ces rayonnements atteignent la Terre en un peu plus de 8 minutes.



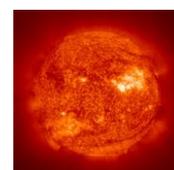
Photographie du Soleil



Radiographie X du Soleil



Emission radio du Soleil

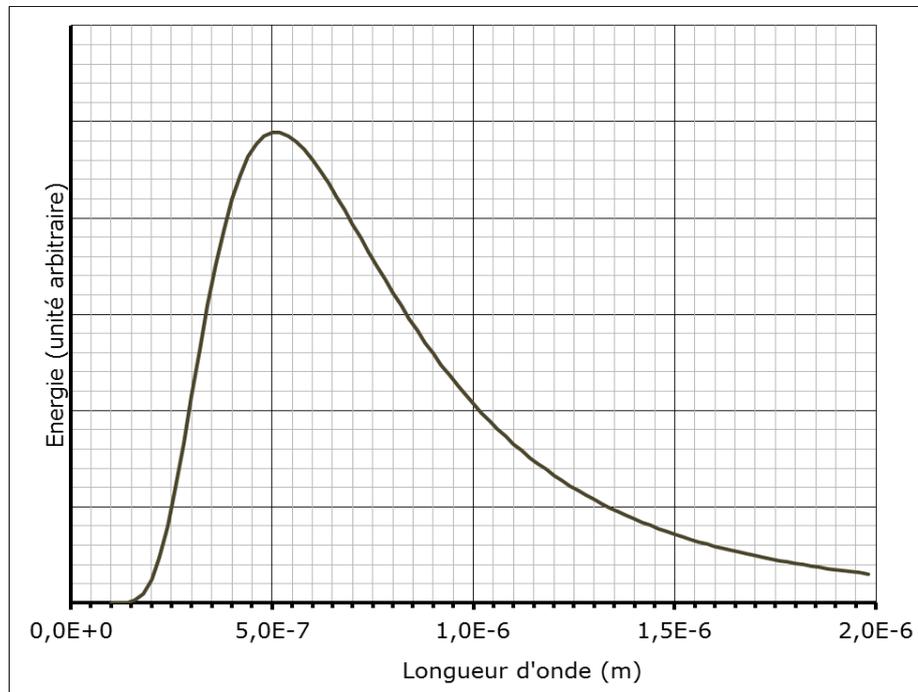


Emission IR du Soleil

Les autres étoiles émettent des rayonnements semblables à ceux du Soleil, mais leur répartition est différente suivant la nature de l'étoile, ce qui permet de les classer selon leur type spectral. D'autres objets dans l'univers émettent des rayonnements : certains n'émettent que des ondes radio, d'autres que des infrarouges.

Enfin, des événements très violents comme des explosions d'étoiles, appelées « supernovae », provoquent des « sursauts gamma », soit l'émission soudaine de très grandes quantités de rayonnement gamma.

Document 4 : profil spectral d'émission du Soleil avant la traversée de l'atmosphère.



Document 5 : la composition de l'atmosphère terrestre.

Les gaz qui composent notre atmosphère viennent du centre de la Terre! Ces gaz ont été expulsés par les volcans au début de l'existence de la Terre. Dans les 100 premiers kilomètres, l'atmosphère est composée à 98 % d'azote et d'oxygène. Ses autres constituants sont les cinq gaz nobles : argon, néon, hélium, krypton et xénon ainsi que le gaz carbonique, l'hydrogène, le méthane, l'oxyde d'azote, l'ozone et la vapeur d'eau. Le mélange est uniforme sauf pour le cas de l'ozone.

Les constituants les plus importants dont la quantité est variable dans le temps sont : la vapeur d'eau, le gaz carbonique, l'ozone et certaines particules en suspension dans l'air (les polluants par exemple).

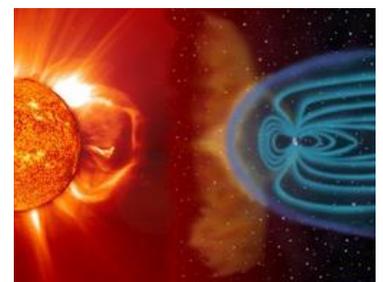
L'eau existe dans les trois états (ou phases) : liquide, solide et gazeux, et cela, à cause des températures caractéristiques et variables de notre planète.

D'après Wikipedia.

| Nom du gaz | Pourcentage |
|-----------------------------------|----------------|
| Azote (N ₂) | 78 % |
| Oxygène (O ₂) | 20 % |
| Argon (A) | 0,93 % |
| Vapeur d'eau (H ₂ O) | 0 - 4 % |
| Gaz carbonique (CO ₂) | 0,033 % |
| Néon (Ne) | 0,0018 % |
| Krypton (Kr) | 0,000114 % |
| Hydrogène (H) | 0,00005 % |
| Ozone (O ₃) | 0 - 0,000001 % |

Document 6 : le vent solaire.

L'atmosphère externe du Soleil, appelée couronne, s'échappe en permanence vers l'espace interplanétaire sous la forme d'un vent : le vent solaire et la couronne sont des plasmas (gaz ionisé) composés principalement d'électrons et de protons. Le vent solaire est éjecté à une vitesse de 800 km/s (voire plus !). Ses caractéristiques changent au cours du cycle solaire de 11 ans. A grande échelle, le vent solaire peut être vu comme une « bulle » de plasma, soufflée par le Soleil : c'est l'héliosphère. La zone d'influence du soleil englobe tout le système solaire et s'étend bien au-delà de l'orbite de Pluton. Le vent solaire est dévié vers les pôles par le champ magnétique terrestre.



Vue d'artiste du vent solaire

D'après www.lesia.obspm.fr

Document 7 : l'absorption de lumière par les molécules.

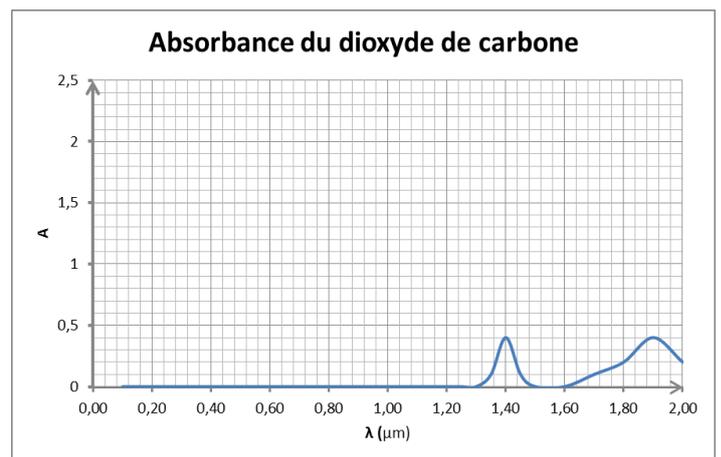
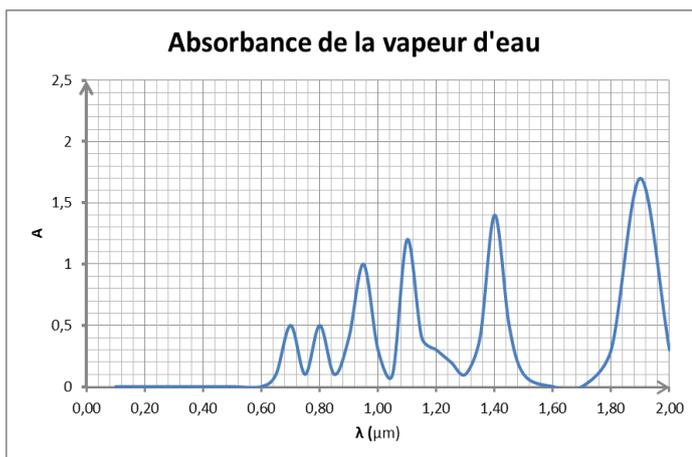
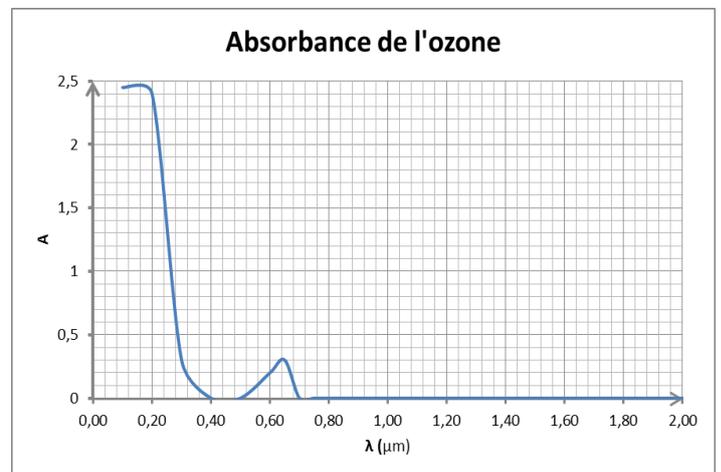
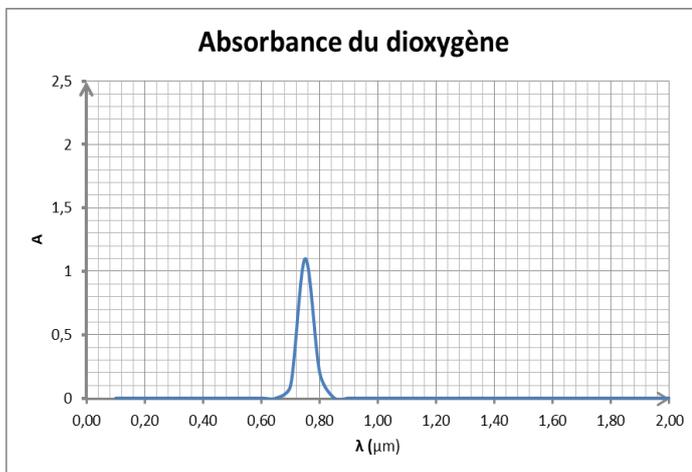
Une lumière monochromatique peut être modélisée du point de vue énergétique par une pluie de photons ayant tous la même longueur d'onde, et, par conséquent, transportant tous la même quantité élémentaire d'énergie, c'est-à-dire le même quantum d'énergie. Ainsi, l'énergie de la lumière est quantifiée, et les échanges d'énergie entre la lumière et la matière le sont également. Imaginons un faisceau lumineux monochromatique constitué de dix photons identiques, chaque photon transportant l'énergie E . Ce faisceau lumineux peut transférer à la matière l'énergie E , ou $2xE$, ou $3xE$... Mais non l'énergie $2,5xE$.

Parallèlement, un atome ou une molécule ne peut prendre que des états d'énergie quantifiés, correspondant aux transitions électroniques possibles. Cependant, une molécule possède beaucoup plus d'états énergétiques possibles qu'un atome, du fait des liaisons chimiques : les atomes peuvent vibrer autour de leur position d'équilibre, tourner, s'étirer, etc. Ainsi, une molécule possède des gammes d'états énergétiques continues, alors qu'un atome ne possède que des états d'énergie discrets.

Lorsqu'un photon arrive sur une molécule, il peut rebondir sur la molécule : il est alors diffusé. Mais il peut aussi être absorbé par la molécule, si l'énergie qu'il transporte est égale à une transition énergétique possible pour la molécule. La molécule passe alors dans un état énergétique supérieur, elle est « excitée ».

Ce modèle explique de façon entièrement satisfaisante les spectres d'absorption des molécules, et par extension, la couleur des composés moléculaires.

Les profils spectraux d'absorbance de quelques molécules constituant l'atmosphère terrestre, absorbant dans la gamme des ultraviolets, du visible et du proche infrarouge sont donnés ci-dessous. Le diazote, par exemple, n'absorbe pas dans cette gamme, mais dans l'infrarouge lointain, au-delà de $2 \mu\text{m}$. De même, la vapeur d'eau absorbe presque entièrement les ondes radio, alors que l'ozone absorbe tous les rayonnements X.



| MISSIONS A REMPLIR | Critères de réussite |
|---|--|
| 1. Expliquer ce qu'est un rayonnement. | <i>Surligner les passages des textes en rapport avec les rayonnements.</i> |
| | <i>Identifier les mots clés concernant le rayonnement.</i> |
| | <i>Donner une définition d'une particule.</i> |
| | <i>Donner une définition d'une onde.</i> |
| | <i>Expliquer en quoi la lumière est une onde particulière.</i> |
| | <i>Proposer une définition générale d'un rayonnement.</i> |
| | <i>Classer les rayonnements en deux catégories.</i> |
| | <i>Citer différents exemples de rayonnements.</i> |
| 2. Décrire ce que devient un rayonnement quand il traverse l'atmosphère terrestre. | <i>Surligner les passages des textes concernant l'interaction entre les rayonnements et l'atmosphère.</i> |
| | <i>Donner des exemples du devenir de particules dans l'atmosphère.</i> |
| | <i>Citer les trois conséquences possibles de l'interaction entre la lumière et la matière.</i> |
| | <i>Expliquer sous quelles conditions de la lumière peut être absorbée.</i> |
| | <i>Expliquer comment un profil spectral d'absorbance permet de trouver des informations sur l'absorption de lumière.</i> |
| | <i>Construire l'allure du profil spectral de la lumière solaire après traversée de l'atmosphère.</i> |
| <i>Citer les différents rayonnements qui sont affectés par l'atmosphère de façon significative.</i> | |