

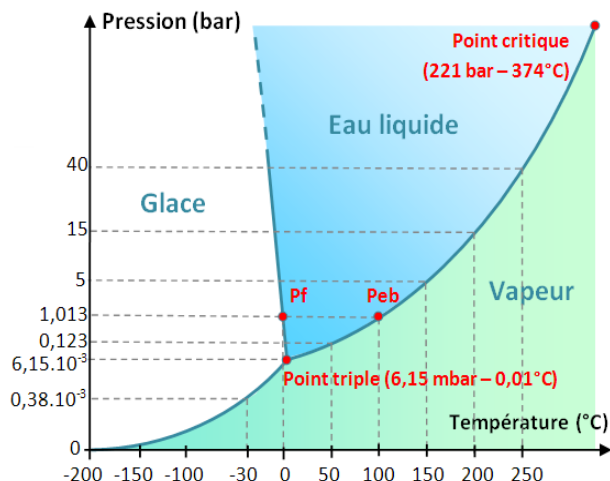
## Coup de pouce : « Je ne sais pas lire le diagramme des phases »

Pour une température et une pression donnée, il faut placer le point correspondant sur le graphique.

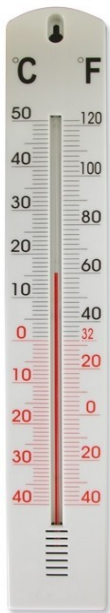
En fonction de la zone où se trouve le point, on peut déterminer si l'eau est à l'état liquide, gazeux ou solide.

Par exemple pour  $P = 15 \text{ bar}$  et  $T = 150^\circ\text{C}$ , l'eau est à l'état liquide.

Par exemple pour  $T = -200^\circ\text{C}$  et une pression très très basse, l'eau est à l'état solide.

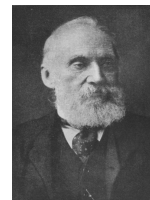


## Coup de pouce : « Je ne comprends pas l'échelle des températures en K »



L'échelle de température la plus répandue est l'échelle employant les degrés Celsius ; échelle pour laquelle l'eau gèle à  $0^\circ\text{C}$  et bout à  $100^\circ\text{C}$  à la pression atmosphérique. Dans les pays utilisant le système impérial d'unités (système anglo-saxon), on emploie le degré Fahrenheit (gel à  $32^\circ\text{F}$  et ébullition à  $212^\circ\text{F}$ ).

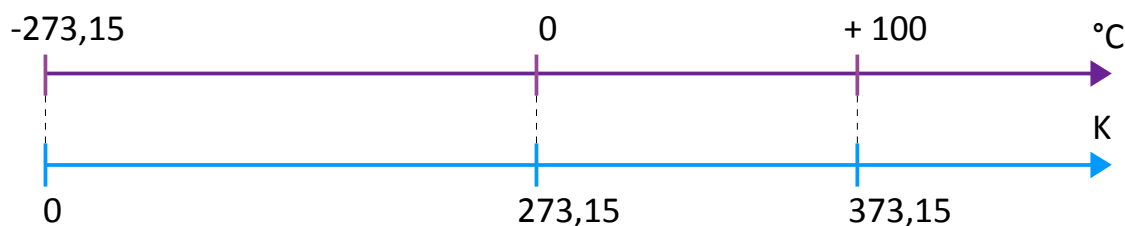
L'unité de température du système international (S.I) est le **kelvin** de symbole K. Ce nom est dérivé du nom du physicien britannique William Thomson également connu sous le nom de Lord Kelvin.



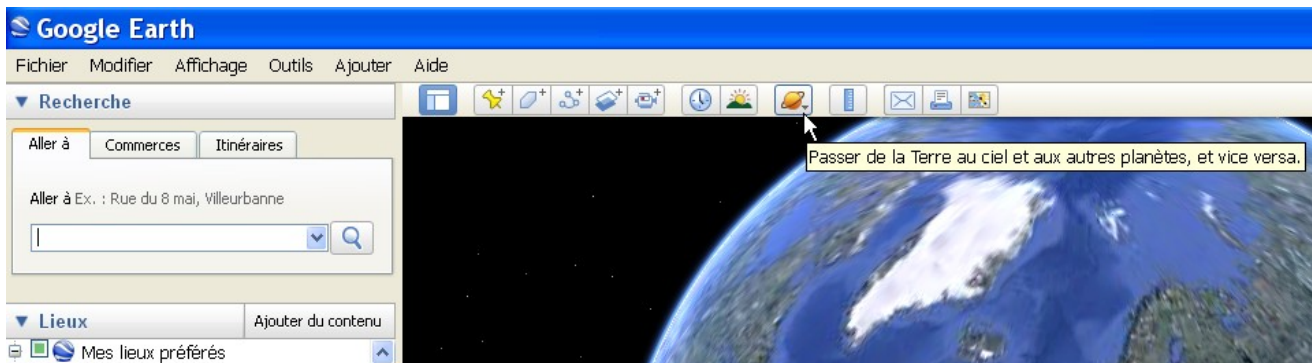
**Cette échelle de température est définie à partir du zéro absolu.**

Le **zéro absolu** est la température limite la plus basse qui puisse exister dans l'univers. Elle vaut  $-273,15^\circ\text{C}$ . Cette température est théorique et inaccessible, c'est une limite vers laquelle on tend. La température minimale record de  $-273,14999999995^\circ\text{C}$  a été atteinte en 2003 au laboratoire de recherches du Massachusetts Institute of Technology (MIT) par une équipe co-dirigée par le prix Nobel de physique Wolfgang Ketterle.

**Dans l'échelle absolue comme dans l'échelle Celsius, la valeur d'un degré est la même ; le zéro est seulement décalé.**  $T = \theta + 273,15$  avec  $\theta$  la température en  $^\circ\text{C}$  et T la température absolue en K.



Lancer le logiciel Google Earth (version 5) . Sélectionner l'icône représentant une planète et choisir **Lune**.



Dans l'onglet **Aller à**, choisir **Cabeus**. Les coordonnées du lieu recherché s'affichent en bas de l'écran. Vous pourrez visionner des images et des vidéos prises dans les environs du lieu recherché.

**Révisions un peu le cours de physique !** Une étoile est une boule de dihydrogène agitée par des réactions de fusion thermonucléaires qui dissipent une incroyable quantité d'énergie sous forme de rayonnements électromagnétique visibles et invisibles pour l'œil humain (ondes radio, rayonnement infrarouge, ultraviolet, rayons X, rayons gamma ...). Les entités chimiques (les atomes, les ions et les molécules) peuvent absorber et émettre certaines de ces radiations électromagnétiques selon leur nature et leur état physique.

### Les spectres d'émission

Chaque atome existant dans l'Univers possède une structure électronique qui lui est propre. Prenons l'atome d'hydrogène qui ne possède qu'un seul électron. Dans son état fondamental, cet atome n'émet pas de lumière car il occupe l'état de plus basse énergie.

Par contre, à basse pression, lorsqu'il est chauffé ou soumis à des décharges électriques, l'hydrogène émet de la lumière dont le spectre présente, dans le visible, des raies colorées. Il s'agit d'un **spectre de raies d'émission**. A chacune de ces raies correspond une radiation monochromatique de longueur d'onde déterminée.

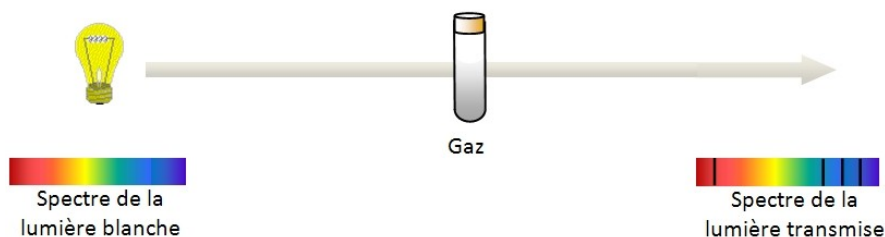


Spectre d'émission de l'hydrogène

**Ce spectre caractérise l'élément chimique présent dans le gaz chauffé. Il constitue une sorte de « signature ».**

### Les spectres d'absorption

L'hydrogène, à basse pression, est maintenant éclairé par de la lumière blanche (lumière dont le spectre est continu car constituée d'une infinité de radiations monochromatiques). Le spectre de la lumière ayant traversé ce gaz présente des raies manquantes. Ces raies ont été absorbées par ce gaz : on parle de **spectre de raies d'absorption**.



On remarque que ce spectre comporte des raies noires dont les longueurs d'ondes sont identiques à celles présentes dans le spectre d'émission du même gaz. Une entité chimique (atome, ion, molécule) ne peut donc absorber que les radiations qu'elle est capable d'émettre.

**En analysant les ondes électromagnétiques reçues et en mettant en évidence une absorption de certaines longueurs d'ondes, on peut identifier la présence d'une entité chimique. Pour ce faire, on utilise un spectromètre qui enregistre le spectre d'absorption. On peut alors déterminer les longueurs d'onde manquantes et en déduire la nature des atomes, des ions ou des molécules responsables de leur absorption.**



Spectre d'émission de l'hydrogène



Spectre d'absorption de l'hydrogène

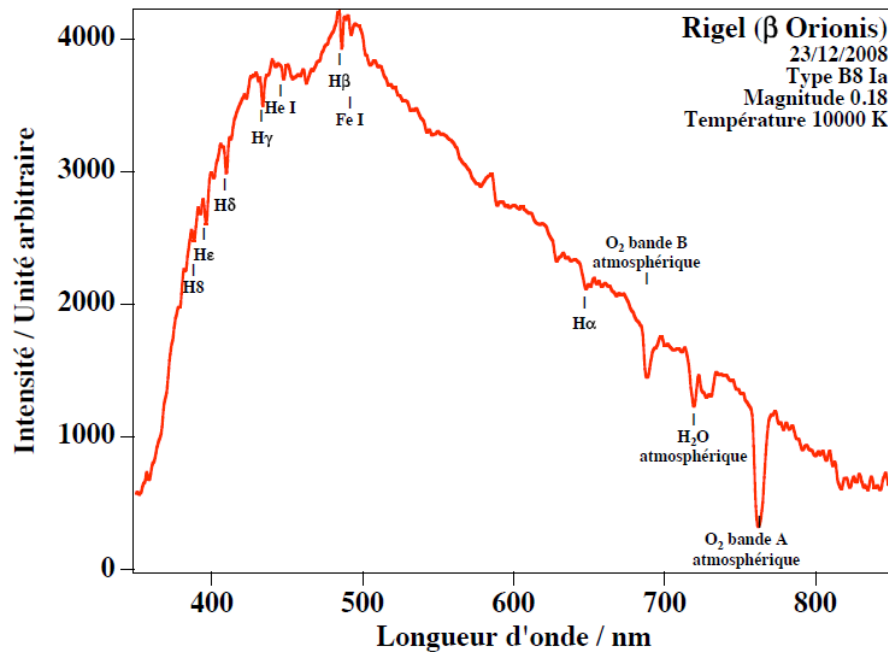
## Un enregistrement au spectromètre

Un spectromètre est un instrument qui mesure l'intensité du rayonnement reçu en fonction de la longueur d'onde. Il est indispensable aux astronomes. Le spectre obtenu est présenté sous la forme d'une courbe.

- S'il s'agit d'un spectre d'émission, les « pics » de la courbe correspondent à une longueur d'onde émise.
- S'il s'agit d'un spectre d'absorption, les « creux » correspondent à une longueur d'onde absorbée.

Si on observait dans le visible ce même rayonnement avec un spectroscopie, chaque « pic » ou chaque « creux » correspondrait à une raie (d'émission ou d'absorption).

**Ex :** le spectre d'absorption de l'étoile Rigel (crédits : [Société Astronomique de Bourgogne](#))



(crédit J.F Noblet)

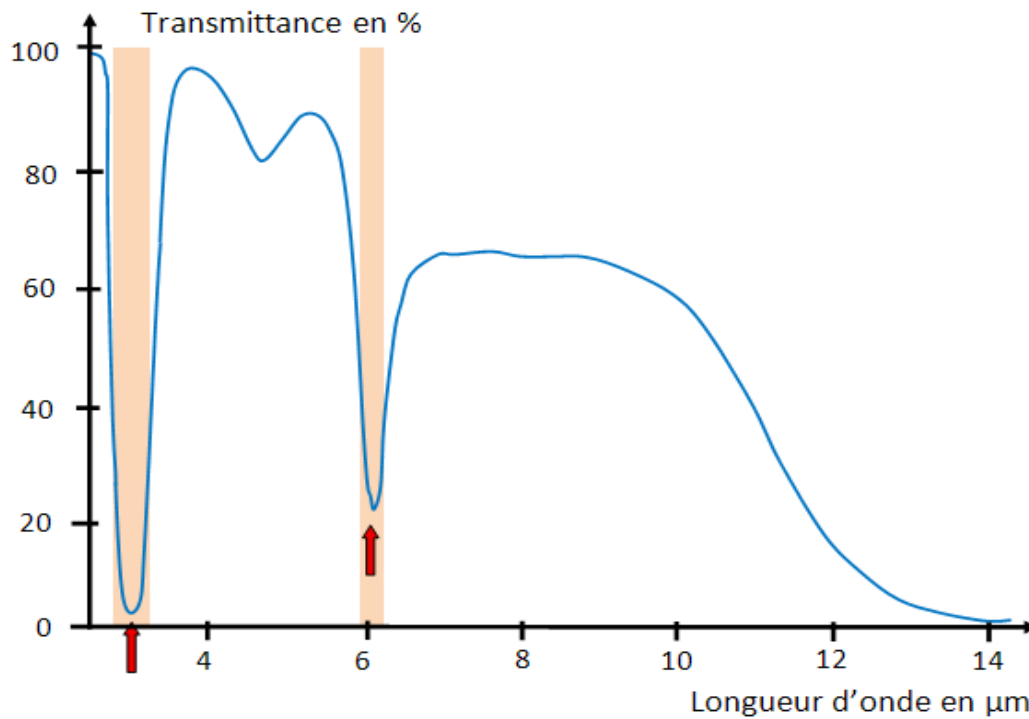
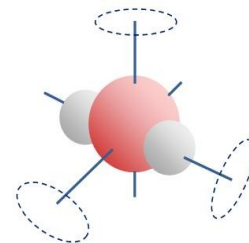
## Interaction entre une molécule et une onde électromagnétique

Le principe de cette spectroscopie est semblable à celui de la spectrophotométrie dans le visible. Lorsqu'une onde électromagnétique est en interaction avec une molécule, de l'énergie est absorbée et les atomes de la molécule se mettent à vibrer, avec la même fréquence, autour de leur position d'équilibre. Cette vibration est appelée « mode normal de vibration ». **En analysant les radiations absorbées, on peut en déduire des informations sur la structure de cette molécule et l'identifier.**

### Le spectre infrarouge (IR) de la molécule d'eau

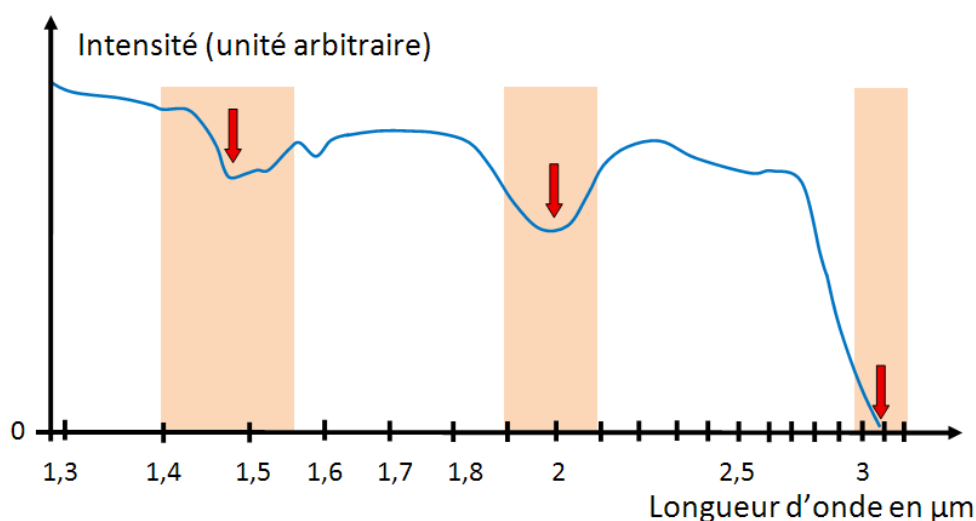
La molécule d'eau absorbe du rayonnement dans l'infrarouge proche (longueur d'onde comprise entre 0,8  $\mu\text{m}$  et 20  $\mu\text{m}$ ), ainsi que dans l'infrarouge lointain (longueur d'onde comprise entre 20  $\mu\text{m}$  et 1000  $\mu\text{m}$ ).

- A l'état de vapeur, l'eau absorbe du rayonnement dans l'infrarouge proche pour des longueurs d'onde de 2,74  $\mu\text{m}$ , 2,66  $\mu\text{m}$  et 6,27  $\mu\text{m}$ . Elle absorbe également du rayonnement dans l'infrarouge lointain. Cela est dû aux mouvements de rotation de la molécule d'eau qui possède 3 axes de rotation. Le spectre d'absorption de la la vapeur d'eau présentera donc des bandes d'absorption situées autour des longueurs d'onde caractéristiques des modes de vibration.



Spectre d'absorption de la vapeur d'eau entre 2  $\mu\text{m}$  et 14  $\mu\text{m}$

- La glace d'eau absorbe également du rayonnement dans l'infrarouge proche. Les signatures spectrales de la glace d'eau ne correspondent pas à celles de la vapeur d'eau. Les bandes d'absorption (en orangé) se situent à des longueurs d'onde proches de 1,5  $\mu\text{m}$ , 2,0  $\mu\text{m}$  et 3,1  $\mu\text{m}$ .



Spectre d'absorption de la glace d'eau entre 1,3  $\mu\text{m}$  et 3,1  $\mu\text{m}$

**A vous maintenant d'étudier le spectre de la NASA pour y repérer les bandes d'absorption de la glace !**