

Rayonnement dans l'univers observés depuis la terre

Rappel : Loi de Wien

Le spectre du rayonnement thermique émis par un corps à la température T a une intensité maximale

pour une longueur d'onde λ_{\max} donnée par la relation empirique :

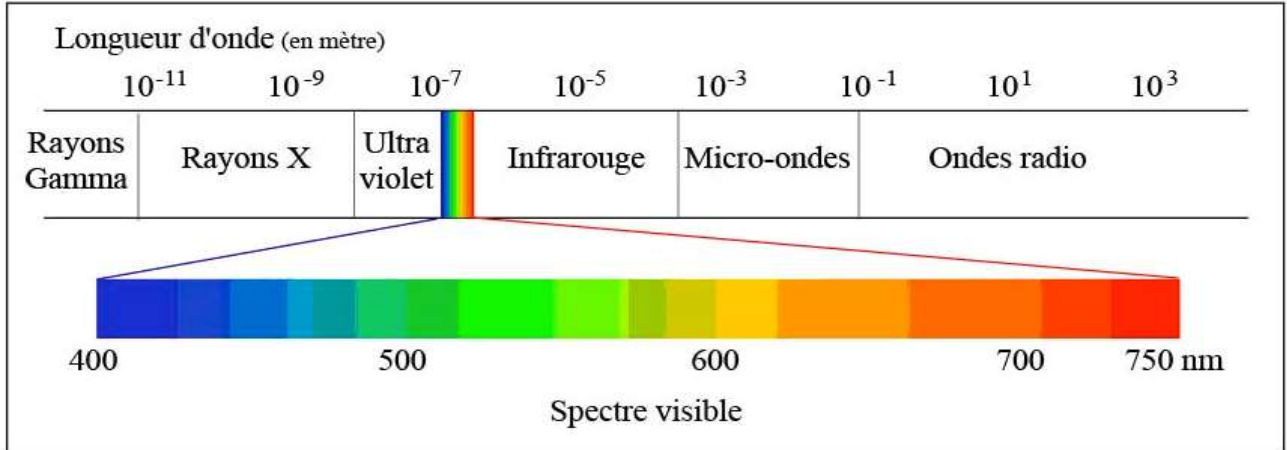
$$\lambda_{\max} = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{T}$$

λ_{\max} s'exprime en mètre (m) et T en Kelvin (K)

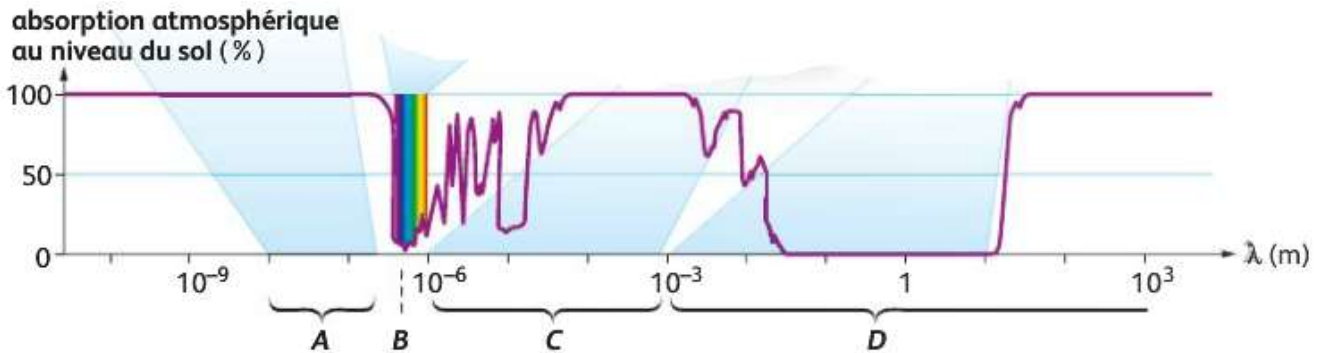
Rappel : relation entre l'échelle de température Kelvin T et l'échelle de température degré Celsius θ :

$$T = \theta + 273$$

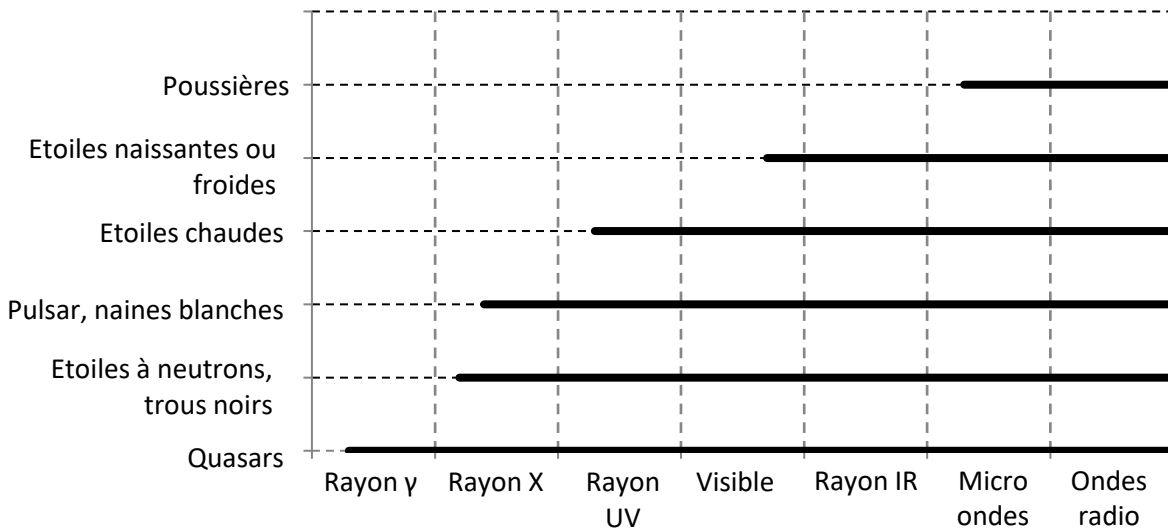
Document 1 : Spectre électromagnétique



Document 2 : Absorption des rayonnements par l'atmosphère terrestre



Document 3 : Domaines des rayonnements émis par les différents objets célestes



Document 4 : La caméra à large champ WFC3 du télescope Hubble

La caméra à grand champ WFC3 (*Wide Field Camera 3*) installée en 2009 dans le cadre de la mission constitue la troisième génération de cet instrument équipant *Hubble*. Elle couvre un spectre très large comprenant l'ultraviolet, la lumière visible et l'infrarouge. WFC3 est utilisée pour observer les galaxies très lointaines, le milieu interstellaire et les planètes du Système solaire. L'instrument comprend deux canaux : UVIS pour l'observation des radiations de longueur d'ondes de 200 à 1 000 nm et NIR pour les radiations de longueurs d'ondes de 800 à 1 700 nm. Un miroir est utilisé pour orienter le faisceau lumineux vers l'un ou l'autre des canaux. L'instrument ne peut pas exploiter les deux canaux en même temps.

Document 5 : Observation de la nébuleuse d'Orion par le télescope Hubble



La scène se déroule au sud de la constellation d'Orion à 6400 années-lumière de la Terre, une étoile est en train de naître. C'est le télescope spatial Hubble qui a saisi, dans l'immense nébuleuse, qui s'étend sur des dizaines d'années-lumière, l'invisible événement. Invisible oui, au sens littéral du terme puisque l'image prise en 2001 dans le domaine visible – les longueurs d'onde auxquelles l'œil humain est sensible, n'a rien vu. Mais en 2014, armé d'une caméra infrarouge, le télescope spatial a rendu la nébuleuse transparente, et dans ces nuées d'hydrogène, il a vu l'étoile naissante, en pleine contraction, qui organise autour d'elle un disque de matière en rotation et éjecte, par ses deux pôles, d'immenses jets de plasma...

Serge Brunier, Science&Vie

Questions :

1. Dans le document 2, attribuer les domaines de rayonnements électromagnétiques qui sont repérés par les lettres A, B, C et D

A : UV B : Visible C : Infrarouge (IR) D : Ondes radio + micro-ondes (submillimétriques)

2. A l'aide des documents proposés, justifier pourquoi les télescopes spatiaux fonctionnant dans le domaine du visible permettent d'étudier des objets célestes cent fois moins lumineux que ceux observés du sol.

D'après le document 2, on peut constater que les rayonnements électromagnétiques du domaine du visible (avec les ondes radio) sont parmi ceux qui sont le mieux transmis par l'atmosphère terrestre. Cependant, ils sont tout de même un peu absorbés (moins de 10%). Il en résulte l'observation d'objet très peu lumineux ne sont observable qu'avec des télescopes placés en dehors de l'atmosphère.

3. Pourquoi les radiotélescopes ont-ils été les premiers grands instruments d'observation construits sur Terre ?

Les ondes radios sont les rayonnements les mieux transmis par l'atmosphère terrestre.

4. Préciser à quels domaines électromagnétiques sont sensibles les 2 canaux UVIS et NIR de la camera à large champ WFC3 du télescope Hubble. En déduire le canal qui permet d'observer l'étoile naissante observée dans la constellation d'Orion.
Calculer la plage de températures des objets observées par chacun des canaux. En déduire une hypothèse sur la température de l'étoile naissante observée.

UVIS pour l'observation en ultraviolet et en lumière visible (200 à 1 000 nm) et NIR pour le proche infrarouge (800 à 1 700 nm)

	Plage des longueurs d'ondes	Domaines	Loi de Wien $T = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}}$	
UVIS	$200\text{nm} < \lambda < 1000\text{nm}$	(fin UV) visible (début IR)	$\frac{2,90 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-9}} > T > \frac{2,90 \times 10^{-3}}{1000 \times 10^{-9}}$	$14500\text{ K} > T > 2900\text{ K}$
NIR	$800\text{nm} < \lambda < 1700\text{nm}$	IR	$\frac{2,90 \times 10^{-3}}{800 \times 10^{-9}} > T > \frac{2,90 \times 10^{-3}}{1700 \times 10^{-9}}$	$3625\text{ K} > T > 1700\text{ K}$

L'étoile naissante a une température inférieure à 2900K et supérieure à 1700K

5. Compléter le tableau suivant :

Rayonnement	Longueur d'onde	Objet « cible » pour la gamme de longueur d'onde	Lieu d'observation + justification
Ondes radio	$\lambda > 10\text{ cm}$	Pulsar	Depuis la surface de la Terre car rayonnements non absorbés par l'atmosphère
Infrarouge et submillimétrique	$10\text{ cm} > \lambda > 800\text{ nm}$	Nébuleuses (gaz froid et poussières) Etoiles naissantes (froides)	Télescopes spatiaux
Visible	$800\text{ nm} > \lambda > 400\text{ nm}$	Etoiles froides/chaudes	Surface de la Terre + Télescopes spatiaux
Ultraviolet	$400\text{ nm} > \lambda > 10\text{ nm}$	Etoiles chaudes	Télescopes spatiaux
Rayon X	$10\text{ nm} > \lambda > 0,01\text{ nm}$	Pulsar, Naine blanche Etoiles à neutrons, pulsars	
Rayon gamma	$\lambda < 0,01\text{ nm}$	Quasar	

