

Introduction à l'Astrophysique

L'Univers en différentes longueurs d'ondes

Adrien ANTHORE

SPRINT SUMMER CAMP 2024 Sorbonne Université

Juin 2024



Concepts fondamentaux

La lumière, vecteur d'information

En Astrophysique, les mesures *in situ* sont rares (voire impossibles)

- Pour comprendre la physique de l'Univers : **il faut procéder par des observations** ;
- Les observations donnent accès aux propriétés des objets astrophysiques (taille, masse, vitesse, composition, ...)
- Il existe plusieurs sources d'information en Astrophysique, la plus utilisée est **la lumière**.

Propriétés de la Lumière

Célérité

$$c \text{ [L/T}^{-1}\text{]}$$

$$c = 299792458 \text{ m/s} \sim 3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Longueur d'onde et fréquence

Longueur d'onde : λ [L] (m) Fréquence : ν [T⁻¹] (Hz)

$$\lambda = c/\nu$$

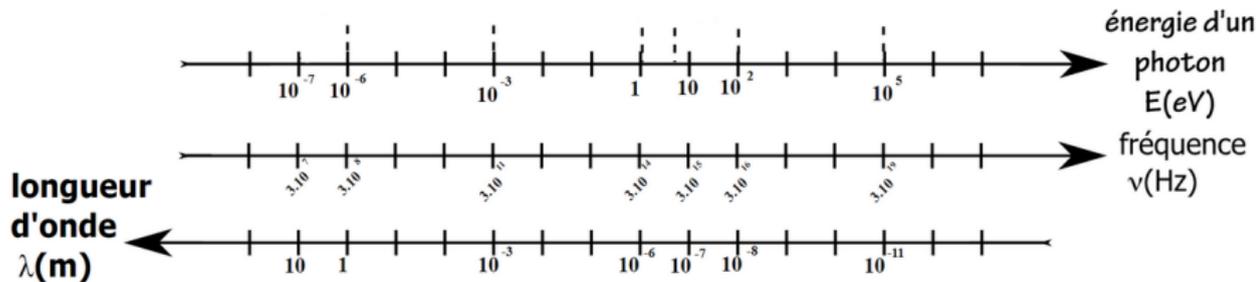
Énergie du photon

$$E \text{ [ML}^2\text{T}^{-2}\text{]} \text{ (eV} \sim 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ J)}$$

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

h : constante de Planck, $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$

Spectre électromagnétique

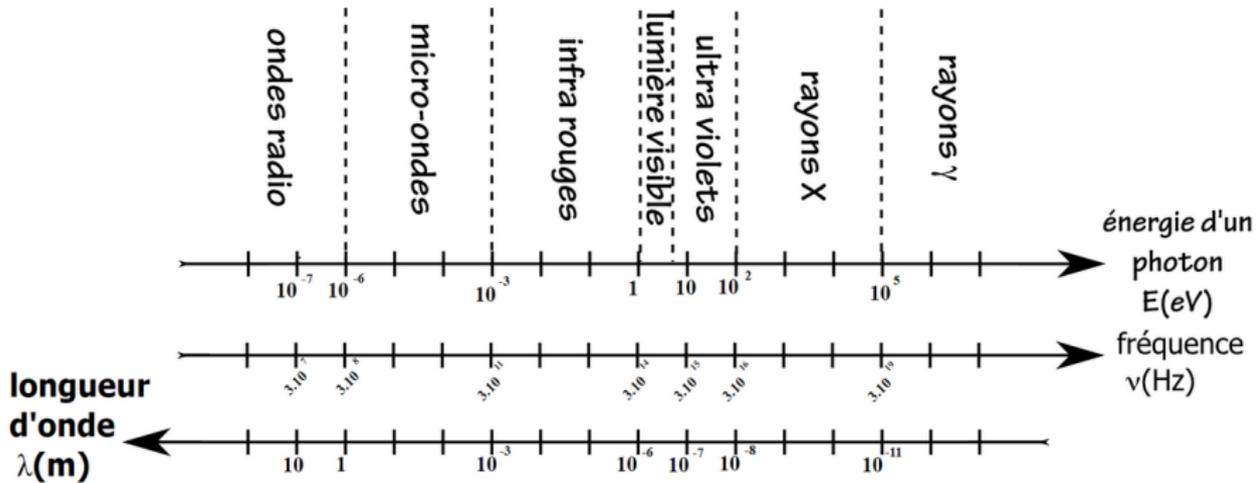


Spectre électromagnétique

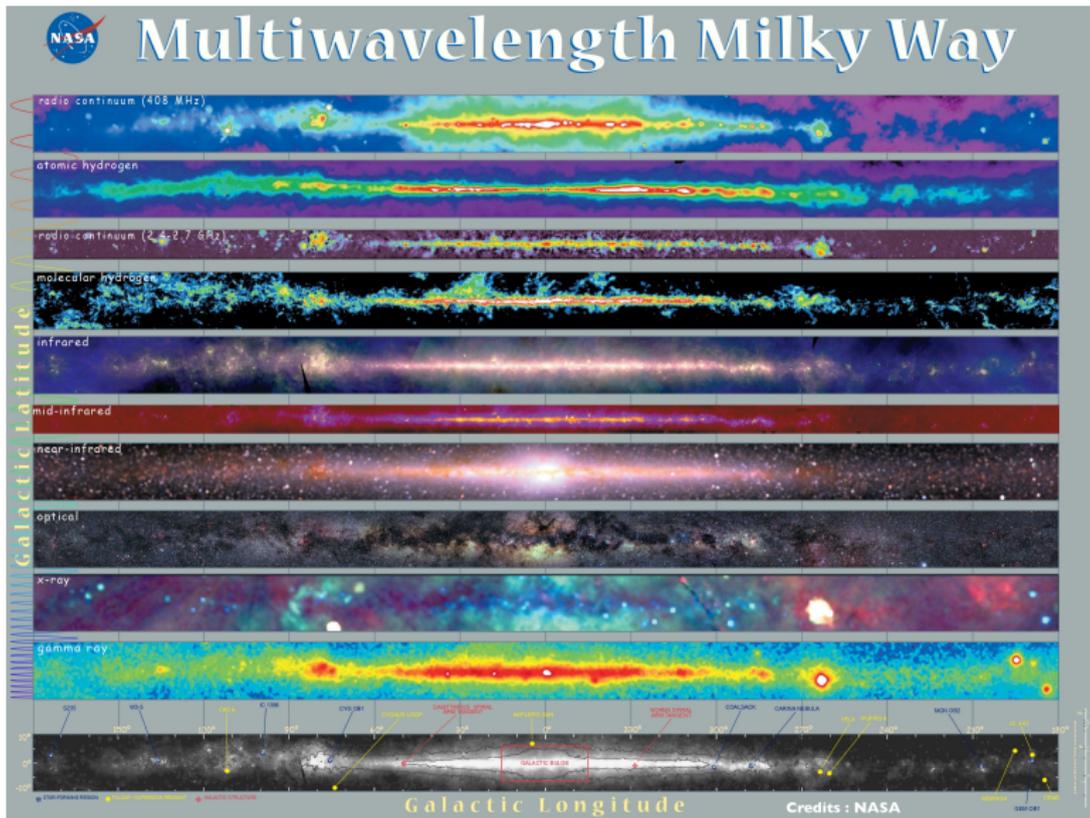
Questions :

- Quels sont les principaux domaines du spectre électromagnétique ?
- Donnez des exemples de sources pour chaque domaines.

Spectre électromagnétique

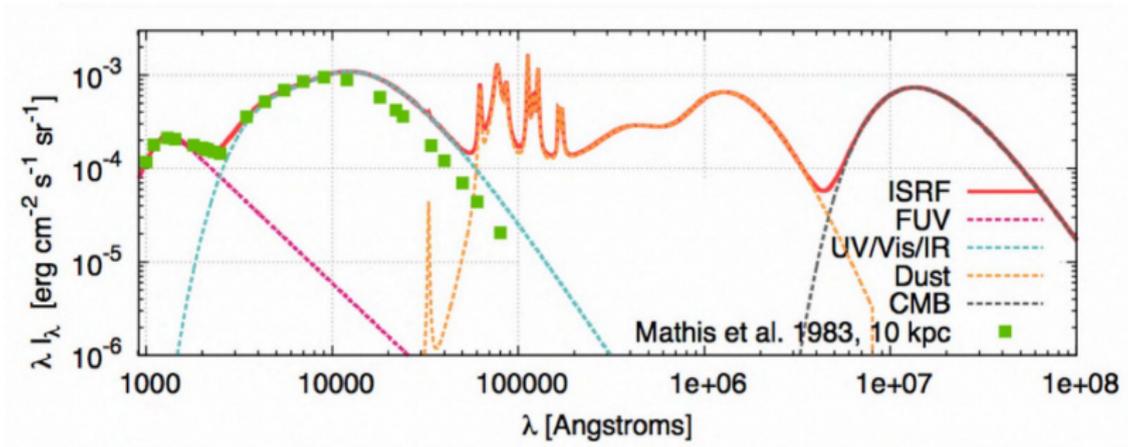


Exemple avec la Voie Lactée



Mécanismes d'émission

Les rayonnements dans l'Univers



Les rayonnements dans l'Univers

Rayonnement du corps noir



$$\text{Loi de Planck : } B_\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/k_B T} - 1}$$

$$\text{Loi de Wien : } \lambda_{max} = \frac{hc}{4.9651 k_B T} \sim \frac{2.898 \cdot 10^{-3}}{T}$$

k_B : constante de Boltzmann

Exemples : Soleil, étoiles, planètes, CMB, ...

Raies d'émission



Émission des espèces chimiques après excitation ou collision, transition fine/hyperfine, ...

Exemple : Milieu interstellaire (nébuleuse)

...

Les rayonnements dans l'Univers

Autres phénomènes

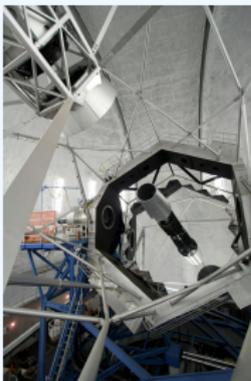


Phénomènes à haute énergie, effet synchrotron, ...
Exemples : AGN, vents solaires, ...

Observer l'Univers

Les instruments

Sur Terre



Keck



LoFAR

Les instruments

Dans l'espace

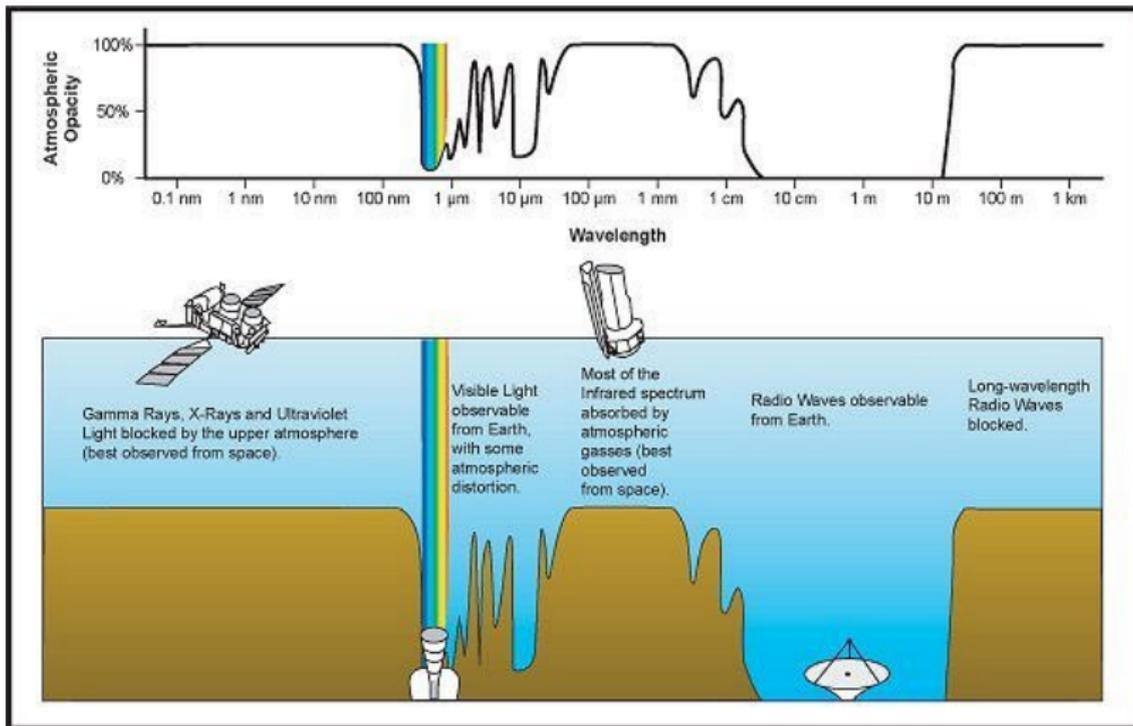


Chandra X-Ray



JWST

Espace vs Sol



Autres limitations

Quelques exemples :

- Qualité instrumentale
- Convection de l'atmosphère
- Bruits de sources humaines
- Absorption de premier plan
- ...

Activité

Observatoire virtuel

<https://sky.esa.int/>



C'est à vous !

Observations à faire

Objets

- M1 : Nébuleuse
- M82 : Galaxie
- NGC 4372 : Amas d'étoiles
- M84 : Galaxie
- NGC 7635 : Nébuleuse
- M33 : Galaxie
- NGC 3766 : Amas d'étoiles
- NGC 7293 : Nébuleuse
- IC 3583 : Galaxie
- NGC 7635 : Nébuleuse
- M31 : Galaxie
- NGC 7023 : Nébuleuse

Images

- XMM-Newton : soft X-rays
- GALEX : UV
- DSS : Visible
- 2MASS : NIR
- Herschel/PACS : FIR
- Herschel/SPIRE : short Microwaves