

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

$$\text{Longueur d'onde : } \lambda \text{ [L] (m)} \quad \text{Fréquence : } \nu \text{ [T}^{-1}\text{] (Hz)}$$

$$\lambda = c/\nu$$

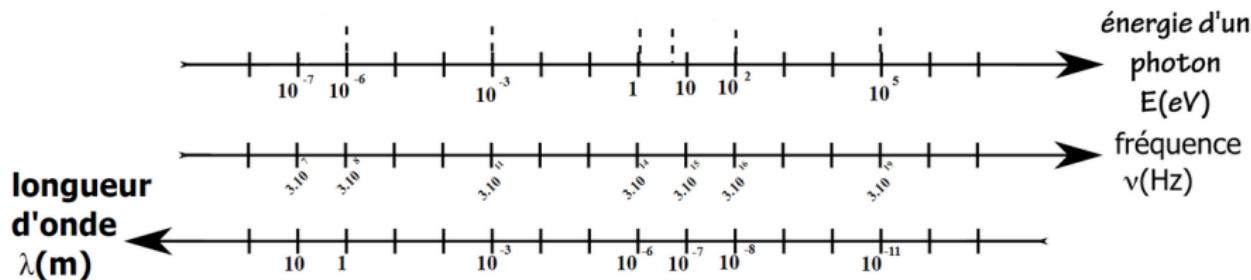
Énergie du photon

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

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

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

Spectre électromagnétique

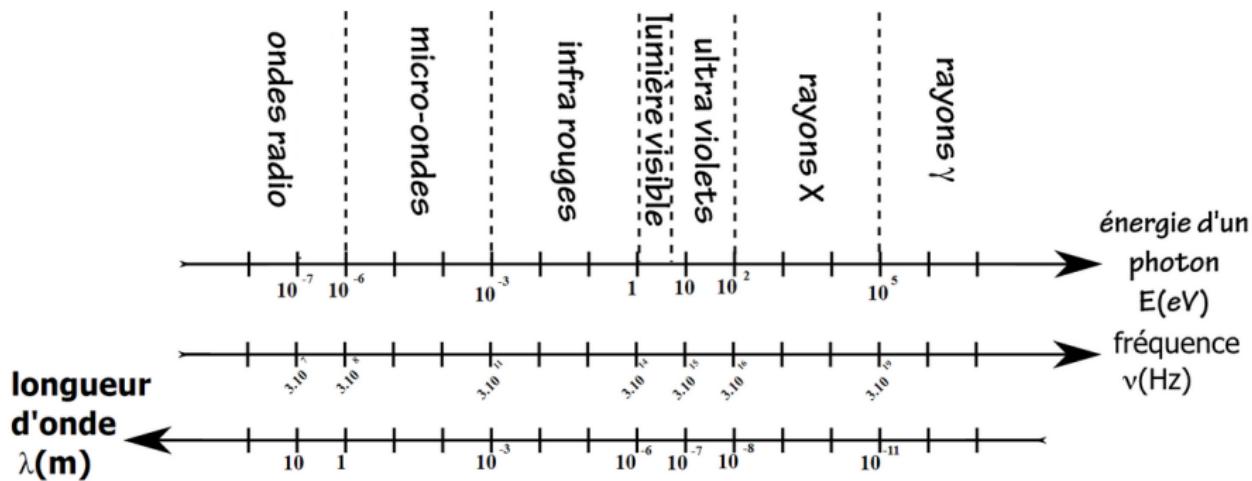


Spectre électromagnétique

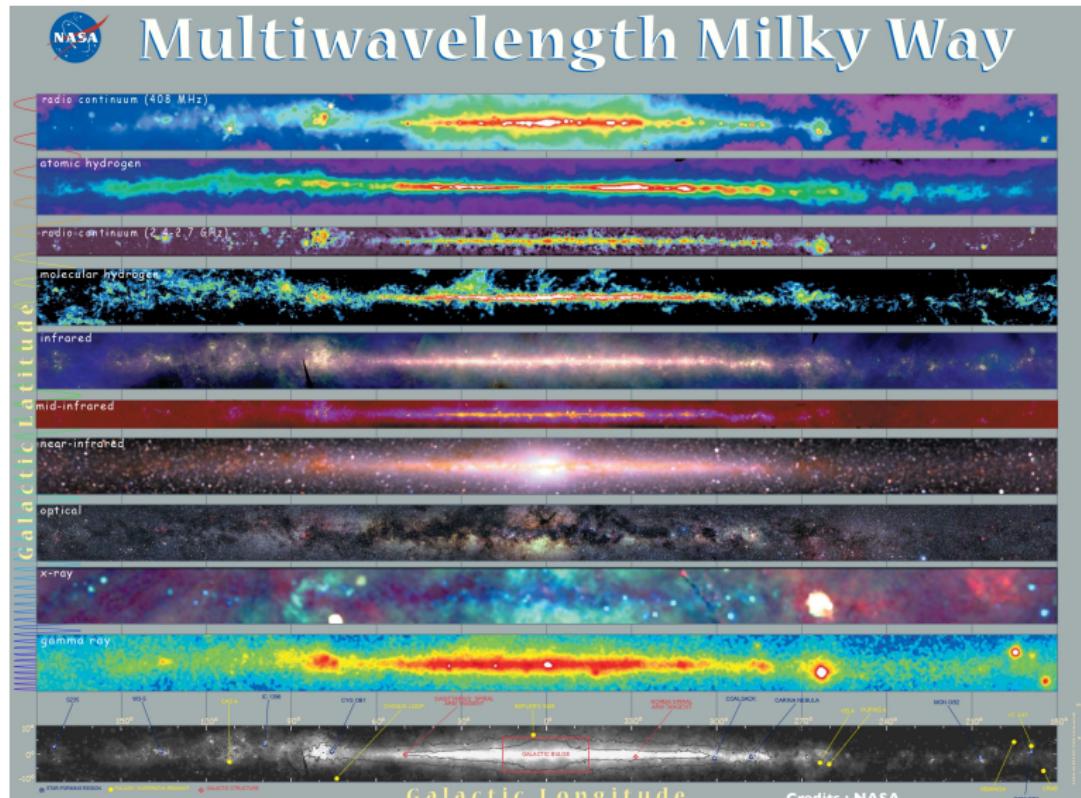
Questions :

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

Spectre électromagnétique

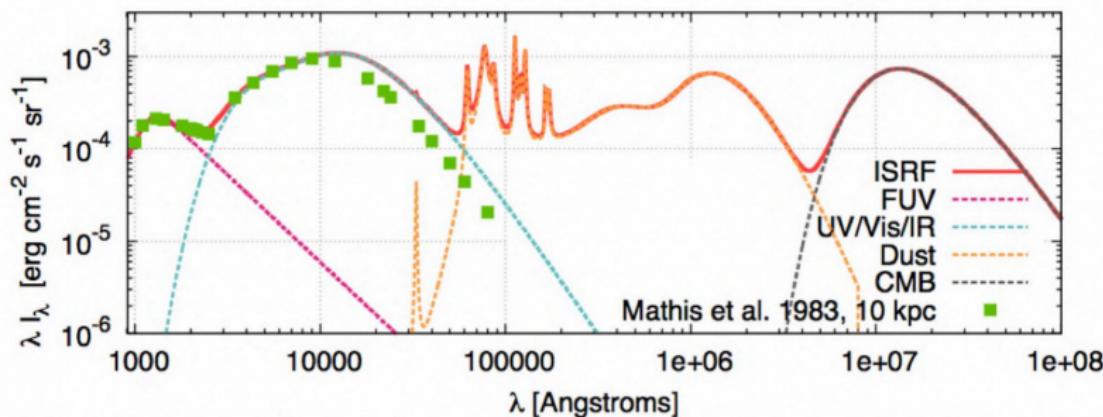


Exemple avec la Voie Lactée



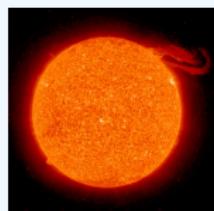
Mécanismes d'émission

Les rayonnements dans l'Univers



Les rayonnements dans l'Univers

Rayonnement du corps noir



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

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

k_B : constante de Boltzman

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

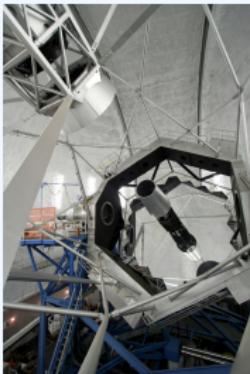


Phénomènes à haute énergie, effet synchrotron, ...
Exemples : AGN, vents solaires, ...

Observer l'Univers

Les instruments

Sur Terre



Keck



LoFAR

Les instruments

Dans l'espace

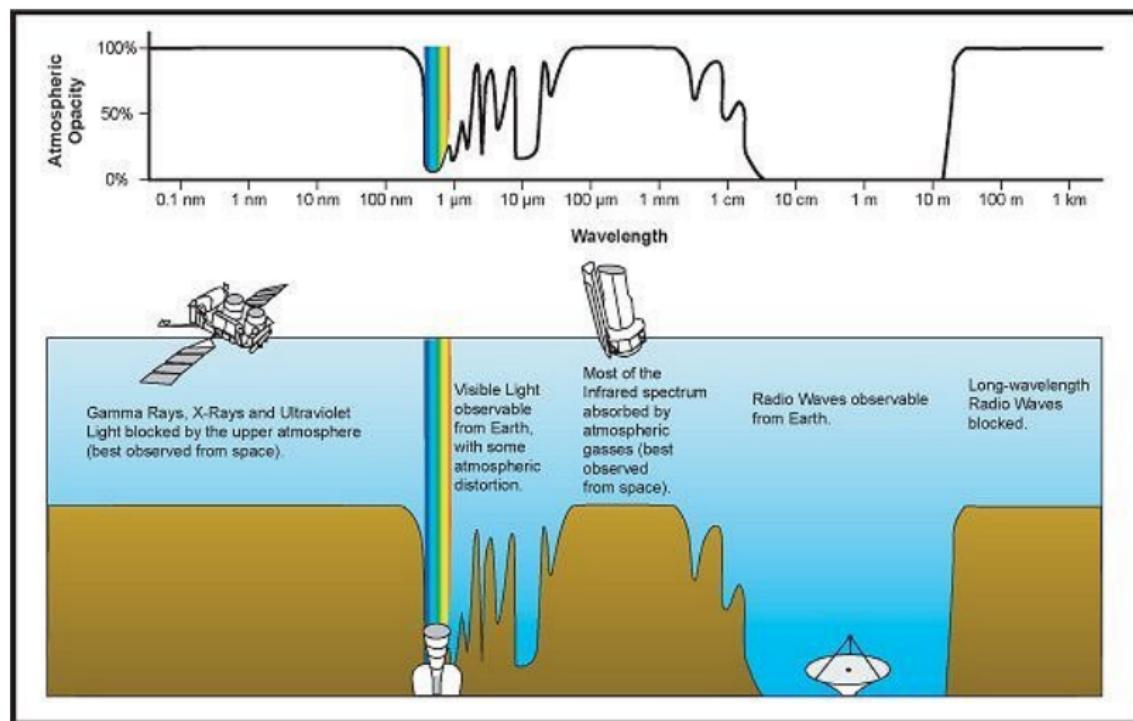


Chandra X-Ray



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