

Magnitudes

Mesure: flux reçu, ou éclairement E (W m^{-2} , photons $\text{m}^{-2} \text{sec}^{-1}$, ...)

Problème: énorme dynamique - par ex. facteur 10^{12} entre éclat de Vénus et les galaxies les plus lointaines!

Solution: utilisation d'une échelle **logarithmique**, d'ailleurs liée à un effet physiologique

Antiquité: classement des étoiles de 1^{ère}, 2^{ème}, ... 5^{ème} grandeur par ordre *logarithmique* d'éclat.

Définition de la magnitude

$$m = -2.5 \log_{10} (E) + b$$

Complètement arbitraire !!!

(Loi de Pogson 1856)

* **2.5**: assure que $\Delta m = 5$ quand E varie d'un facteur 100

* **signe -** : assure que m augmente quand E diminue

* **b** : ajusté de manière à ce que $M(\text{Véga}) = 0$

Donc: $m = -2.5 \log_{10}(E/E_{\text{Véga}})$

$$\begin{cases} m = -2.5 \log_{10}(E/E_{Véga}) \\ m' = -2.5 \log_{10}(E'/E_{Véga}) \end{cases}$$

Soustraction membre à membre:

$$m' - m = -2.5 \log_{10}(E'/E)$$

qu'on peut inverser:

$$\frac{E'}{E} = 10^{-0.4(m'-m)}$$

quelques chiffres

- * Etoiles les plus brillantes, Sirius: $m \sim -1.4$, Vega: $m = 0$
- * Etoiles plus faibles visibles à l'œil nu: $m \sim 6$
- * Galaxies les plus faibles détectables au télescope: $m \sim 30$
- * Vénus: $m \sim -4$
- * Pleine Lune: $m \sim -12$
- * Soleil: $m \sim -27$

quelques chiffres, suite

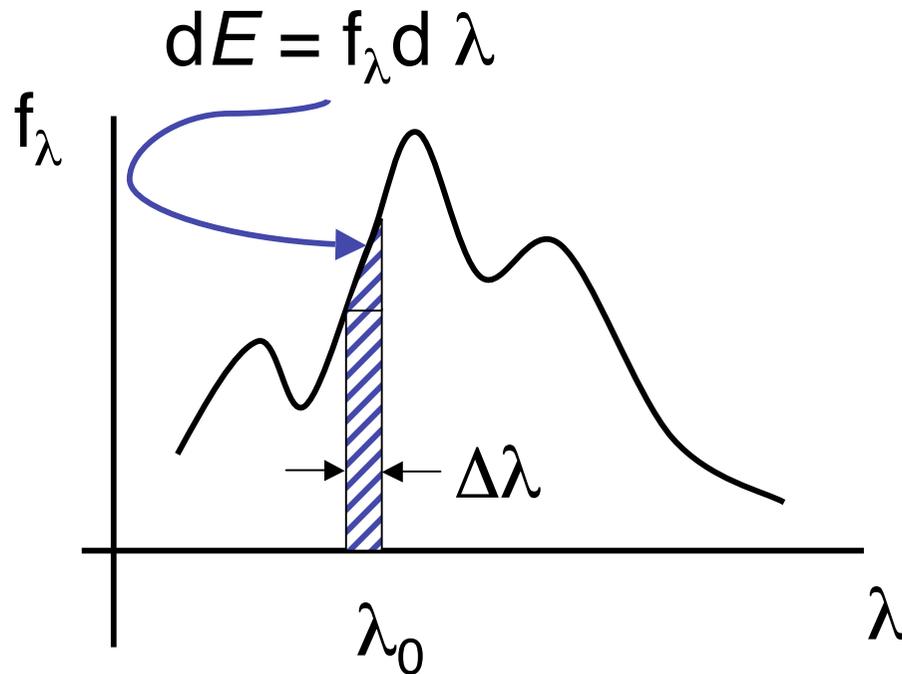
* Jupiter: $m \sim -2.5$

* Saturne: $m \sim 1.0$

* Pluton: $m \sim 14$

* Objets trans-neptuniens: $m \sim 20-23$

En fait, E est mesuré dans des bandes spectrales *bien définies*:



alors:

$$m_\lambda = -2.5 \log_{10} (f_\lambda / f_{\lambda_0})$$

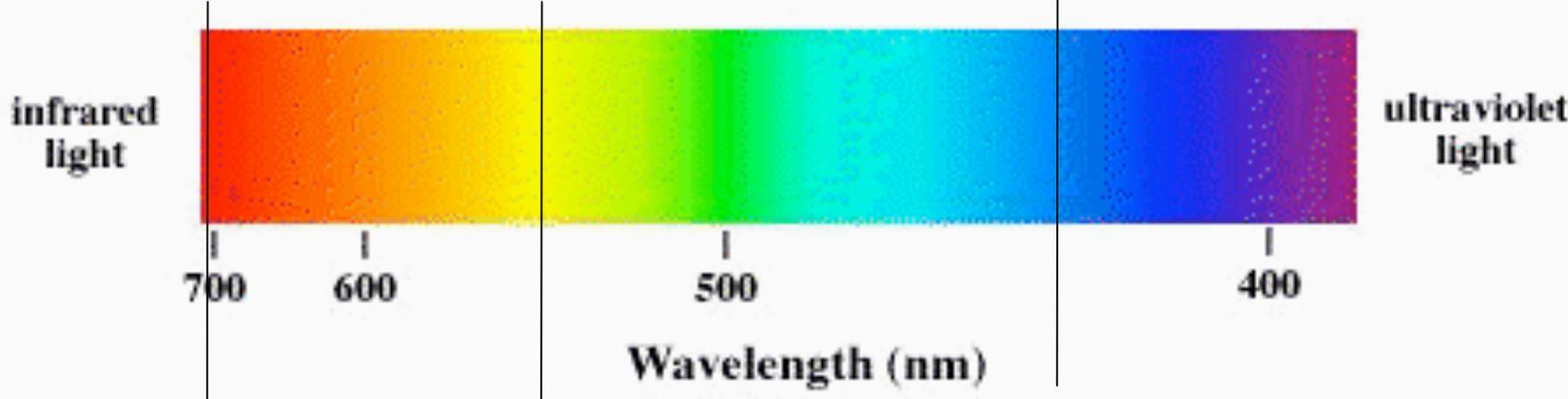
où on choisit arbitrairement f_{λ_0} de manière que m_λ (Véga) = 0

Systeme de magnitude

Bande (couleur)	λ (μm)	$\Delta\lambda$ (μm)	$f_{\lambda 0}$ ($\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$)	
visible	{ U	0.36	0.068	4.35×10^{-8}
	{ B	0.44	0.098	7.20×10^{-8}
	{ V	0.55	0.089	3.92×10^{-8}
	{ R	0.70	0.22	1.76×10^{-8}
infra rouge	{ I	0.90		8.3×10^{-9}
	{ J	1.25		3.4×10^{-9}
	{ K	2.2		3.9×10^{-9}
	...			

tiré de "Astrophysique, Méthodes physiques de l'observation", P. Léna, Ed., 1996

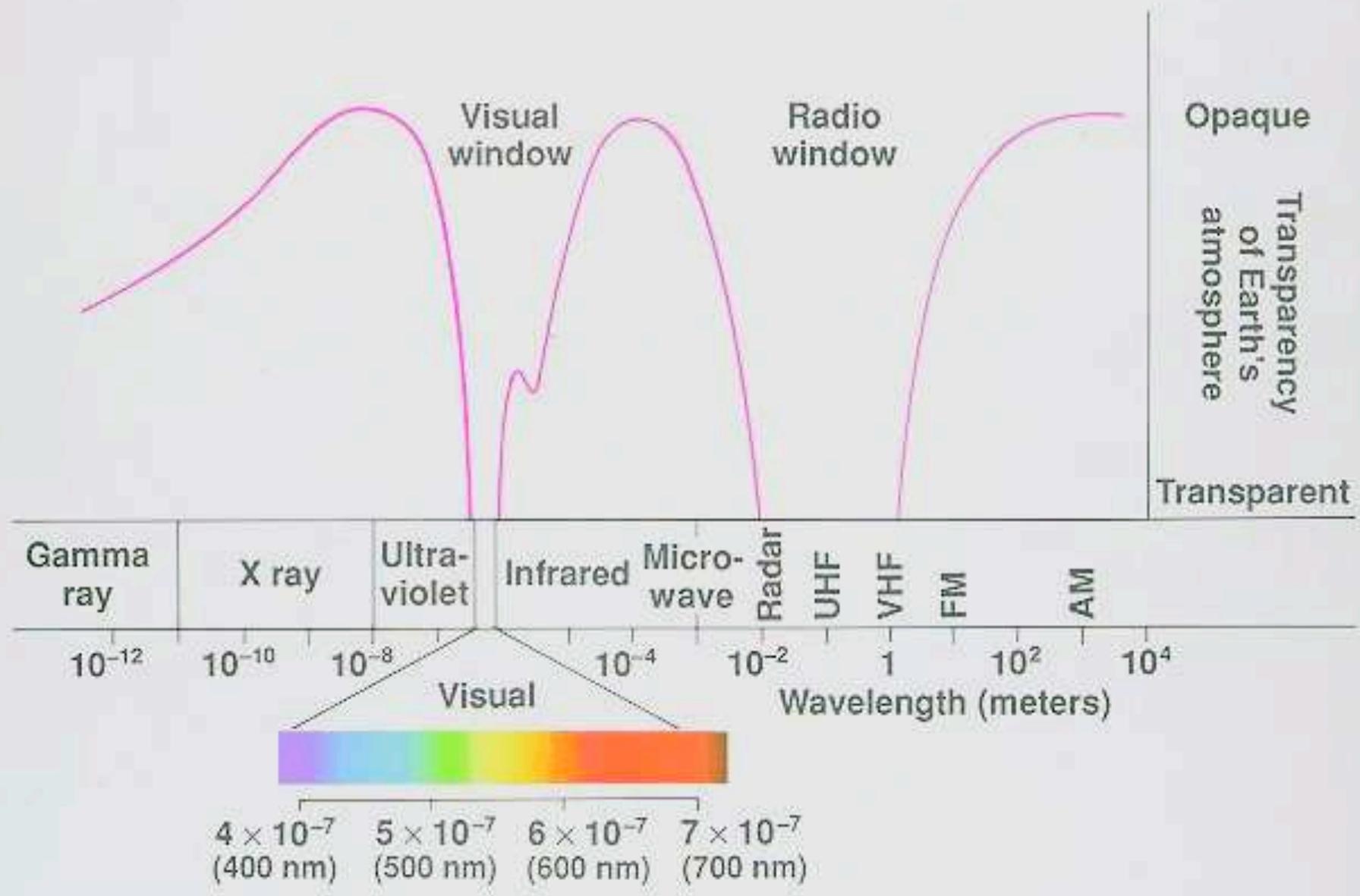
The Visible Spectrum



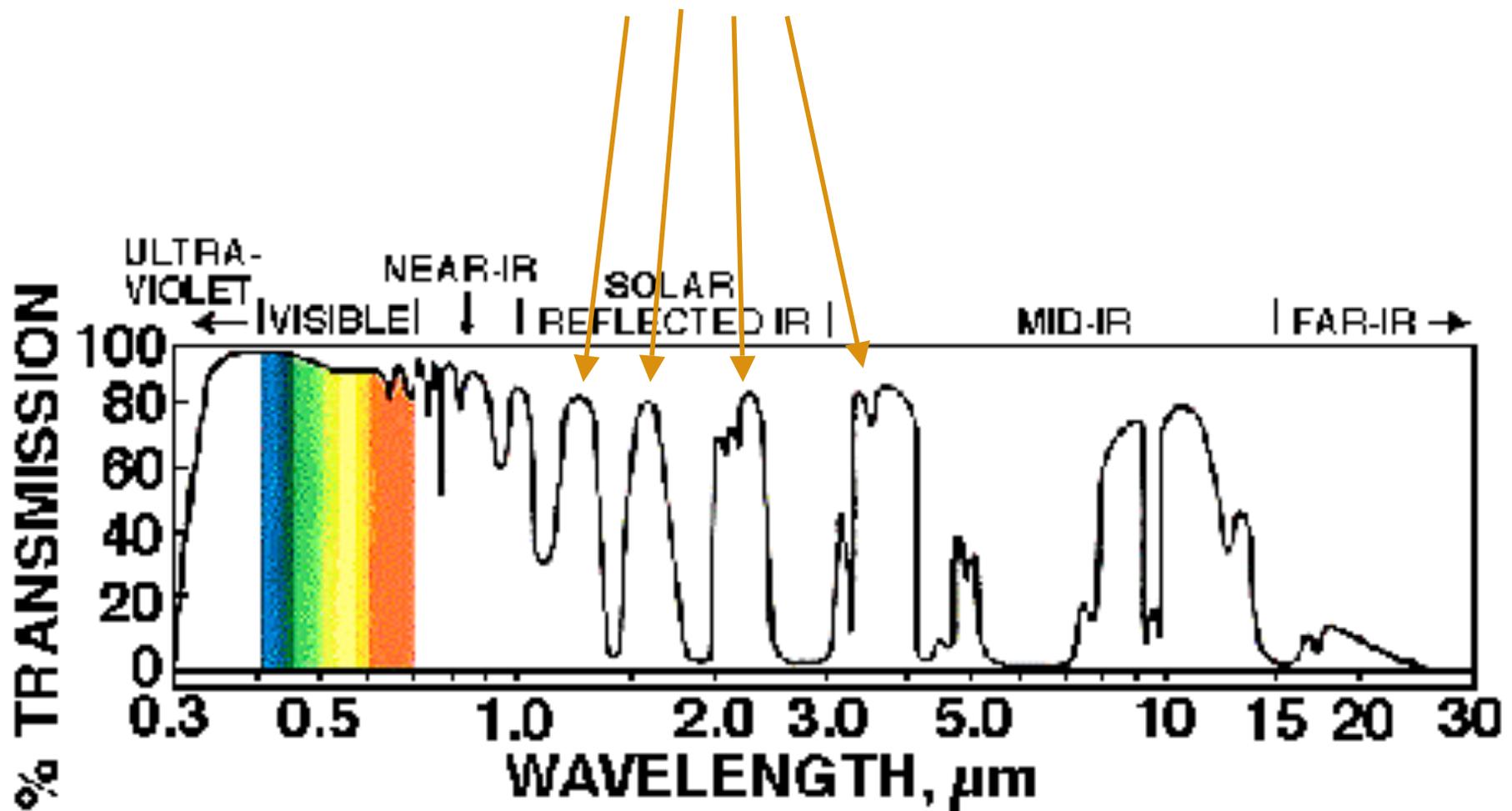
R 700 nm

V 550 nm

B 440 nm



dans l'IR: système lié aux *fenêtres atmosphériques*
(entre les absorptions H₂O, CO₂)



Magnitude *apparente*

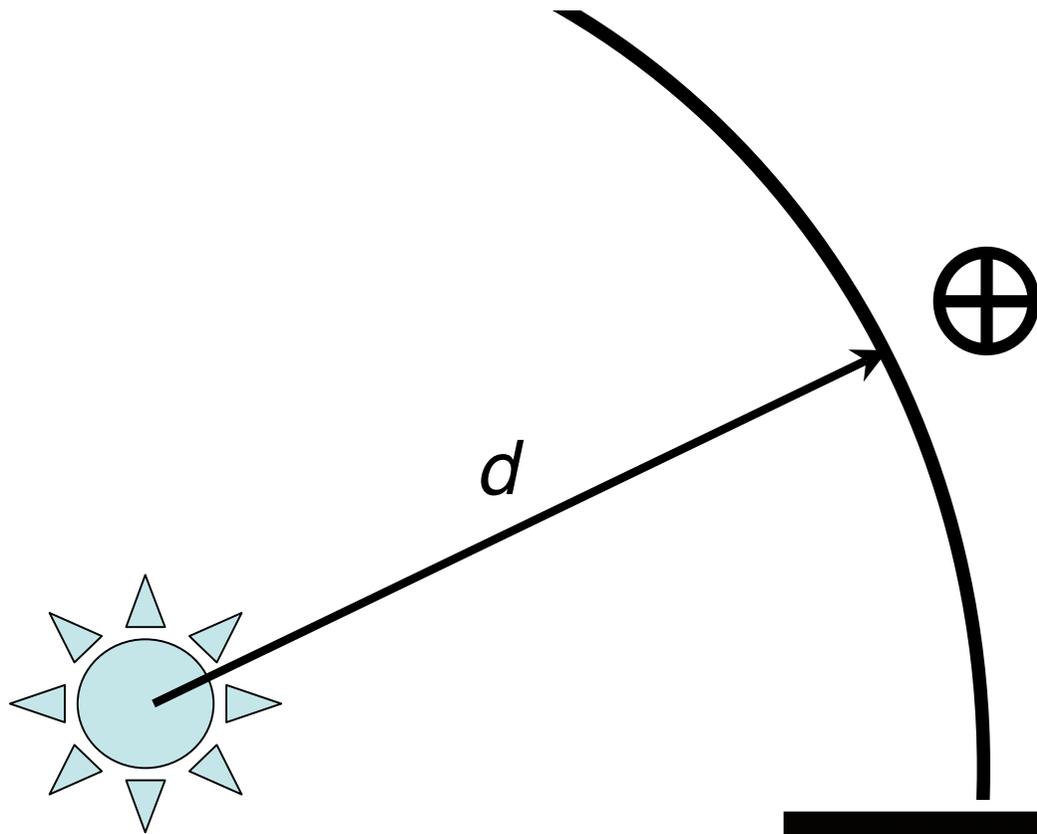
Magnitude *absolue*

problème: le flux mesuré au niveau de la Terre dépend de la distance d de l'astre

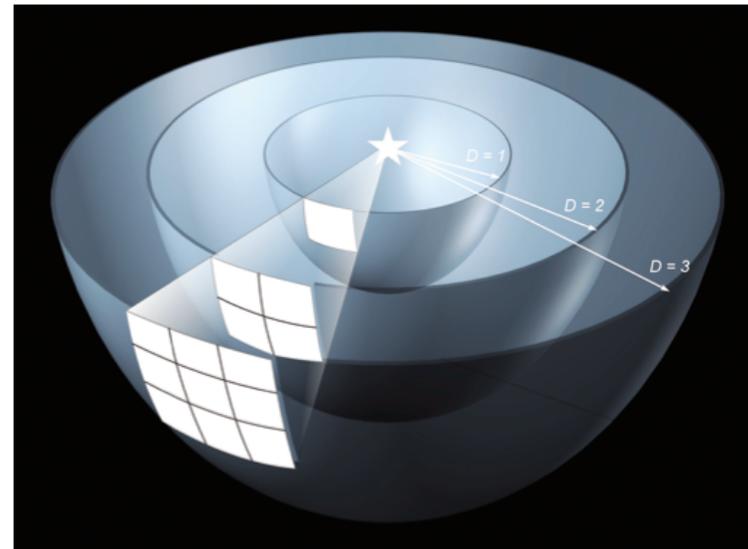
on définit la *luminosité* L d'un astre:

Luminosité $L =$ puissance (W)

rayonnée dans *tout* le spectre et dans *tout* l'espace

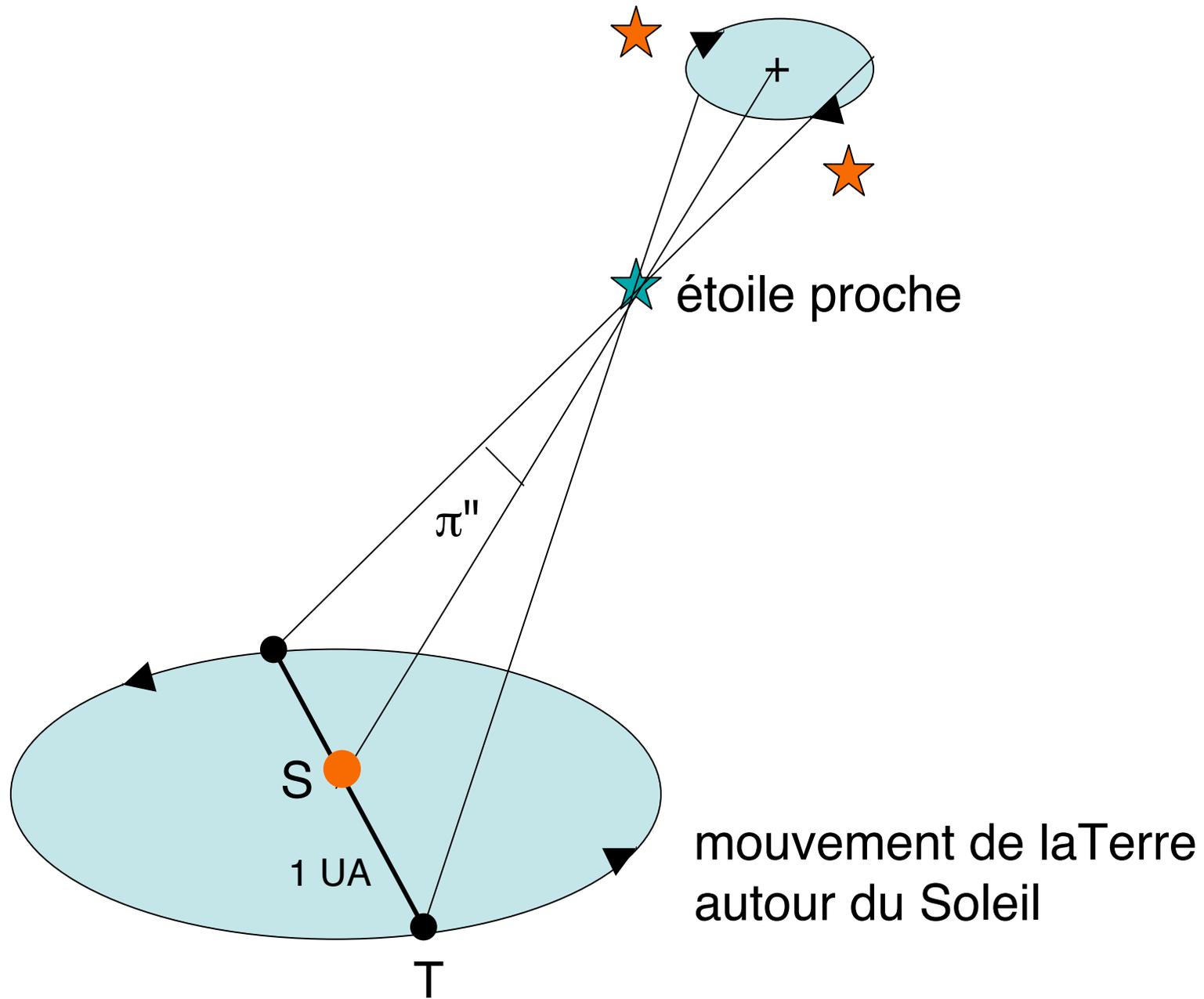


$$E = L/4\pi d^2$$



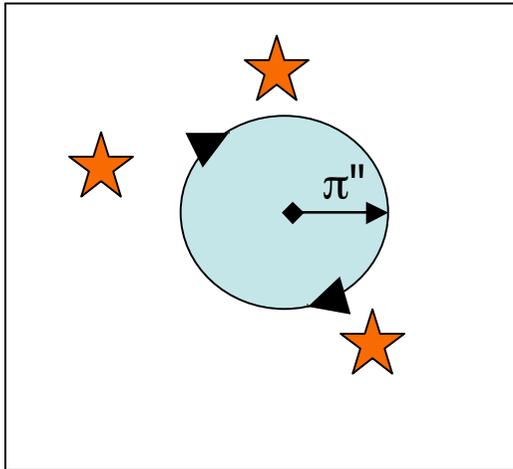
ESO/ESA

étoiles lointaines ★

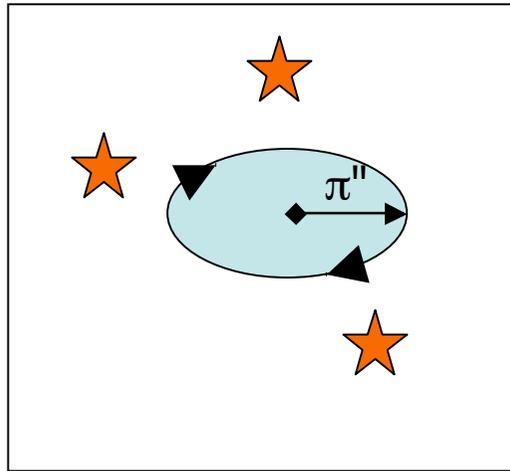


étoile proche

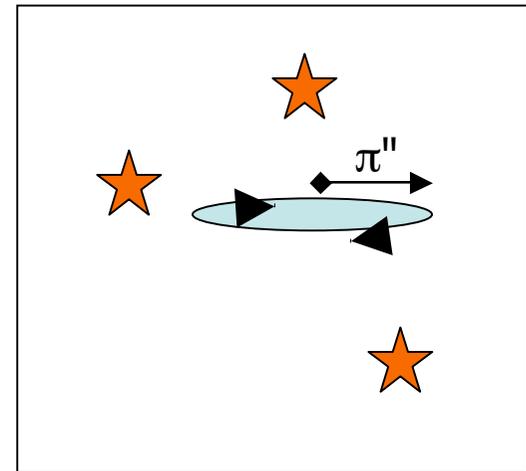
mouvement de la Terre
autour du Soleil



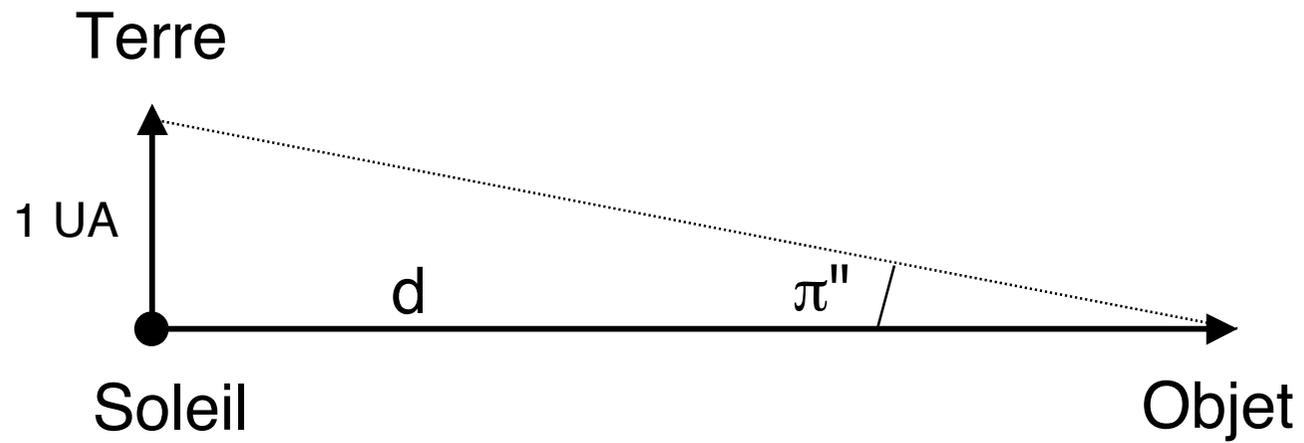
près du pôle
écliptique



position quelconque



près du plan
Écliptique



$$d_{\text{parsec}} = 1/\pi''$$

$$m(d) = -2.5 \log_{10} \left(\frac{E}{E_0} \right)$$

$$m(d') = -2.5 \log_{10} \left(\frac{E'}{E_0} \right)$$

$$\frac{E'}{E} = \left(\frac{d}{d'} \right)^2$$

$$m(d') = m(d) + 5 \log_{10} \left(\frac{d'}{d} \right)$$

- magnitude *apparente*: magnitude m observée à la distance réelle de l'astre
- magnitude *absolue*: magnitude M qu'on observerait si l'astre était à 10 parsecs

$$M = m + 5 \log_{10} \left(\frac{10}{d_{pc}} \right)$$

- magnitude **bolométrique apparente**:
on mesure (si possible...) ou on déduit par des arguments physiques le flux reçu sur tout le spectre:

$$E = \int_0^{+\infty} f_\lambda d\lambda$$

$$m_{\text{bol}} = -2.5 \log_{10} \left(\frac{E}{E_0} \right)$$

- magnitude **bolométrique absolue**:
une fois que L est connue, on pose:

$$M_{\text{bol}} = -2.5 \log_{10} \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right) + 4.75$$

où L_{\odot} est la luminosité du Soleil
(donc M_{bol} du Soleil $\equiv 4.75$)