



Magnitude

Un très vieux problème

Chez les anciens :

Depuis toujours les hommes observent les étoiles.
Au fur et à mesure que le soir tombe ou que le jour se lève,
des étoiles apparaissent ou disparaissent.
Ce qui est sûr c'est que les plus brillantes apparaissent en
premier, disparaissent en dernier. Et qu'elles n'ont pas le
même éclat.

Les anciens avaient classé les étoiles en 6 « grandeurs » des
plus brillantes (1^{er} grandeur) aux « à peine » visibles (6^{ème}
grandeur).



Dans cette photographie des Pléiades on voit très bien les différences de luminosité.



**Même constat avec les étoiles de la Grande Ourse prise un 6 août
à 22 h 13**



Croquis d'un champ stellaire dans la Nébuleuse d'Orion (1771). Le cartouche définit le codage de la *grandeur*, ou luminosité, des étoiles

Dans ces temps anciens, l'éclat d'une étoile ne devait dépendre que de la grosseur du trou par lequel on apercevait le feu extérieur à la sphère des fixes !

**L'ère moderne commence avec
Norman POGSON (1809-1891).**

Celui-ci part du principe qu'entre 1^{er} grandeur et 6^{ème} grandeur l'éclat est divisé par 100. Soit une diminution de 2,512 fois à chaque augmentation d'une grandeur !

En pratique cette « variation » correspond à une loi physiologique énoncée par Fechner et qui appliquée aux étoiles peut s'énoncer sous la forme suivante :

La croissance exponentielle d'une excitation lumineuse donne une réponse linéaire de la sensation visuelle.

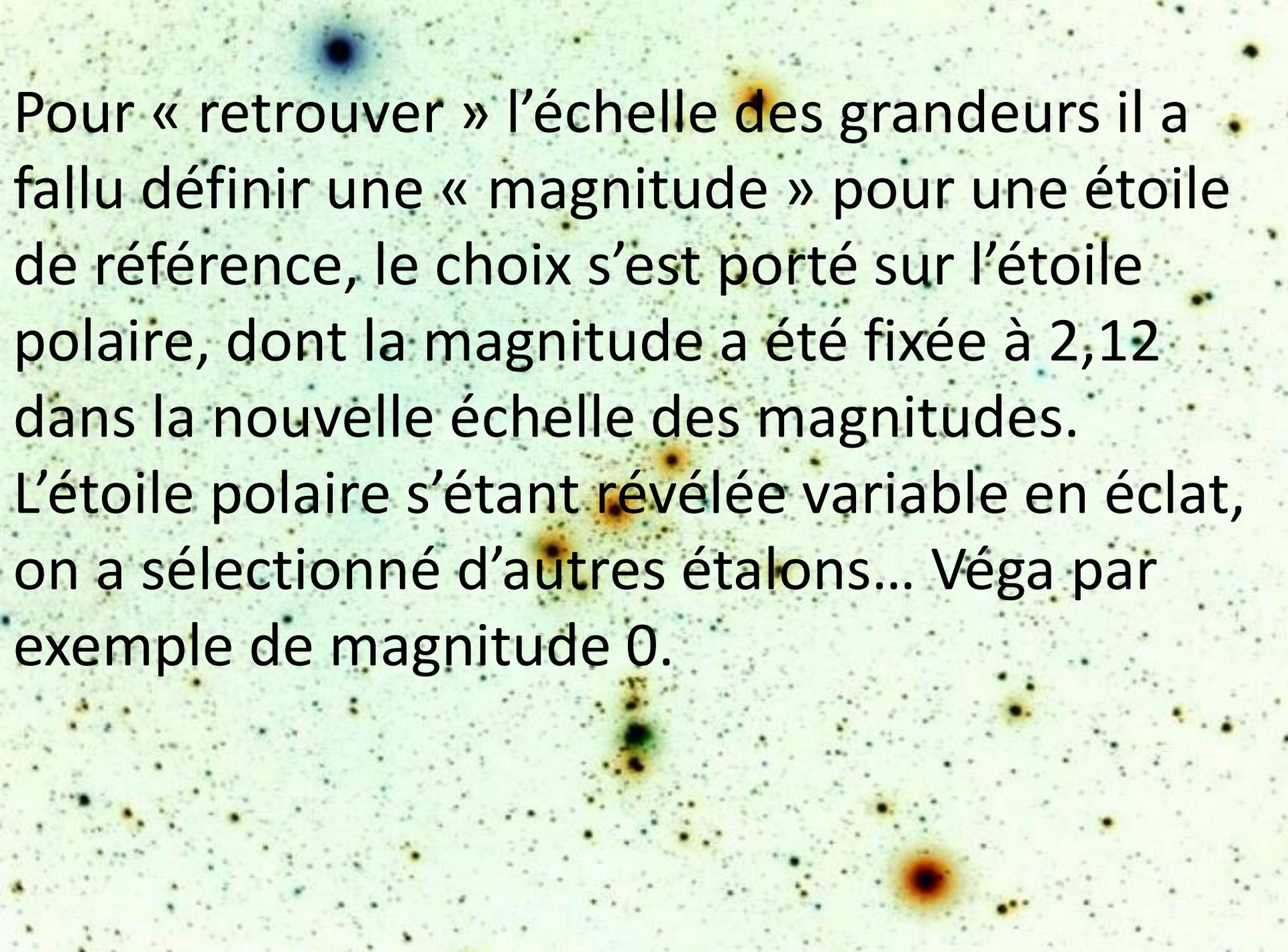
Cette loi s'applique aussi dans de nombreux autres cas, par exemple pour le « bruit ». Pour une différence de 3 décibels mesurés, l'intensité de la source a été multipliée par ... **2!**

Si E est une « excitation » et R une réponse, la loi de Fechner s'écrit donc sous la forme :

$$R = a \log E + b$$

Les constantes a et b dépendent des étalons.





Pour « retrouver » l'échelle des grandeurs il a fallu définir une « magnitude » pour une étoile de référence, le choix s'est porté sur l'étoile polaire, dont la magnitude a été fixée à 2,12 dans la nouvelle échelle des magnitudes. L'étoile polaire s'étant révélée variable en éclat, on a sélectionné d'autres étalons... Véga par exemple de magnitude 0.

Pour garder le « sens » des grandeurs on utilise la formule

$$m = -2,5 \log F + C \quad (F \text{ flux lumineux})$$

Mais ce F diminue comme le carré de la distance D, on sent que distance et magnitude doivent être liées !

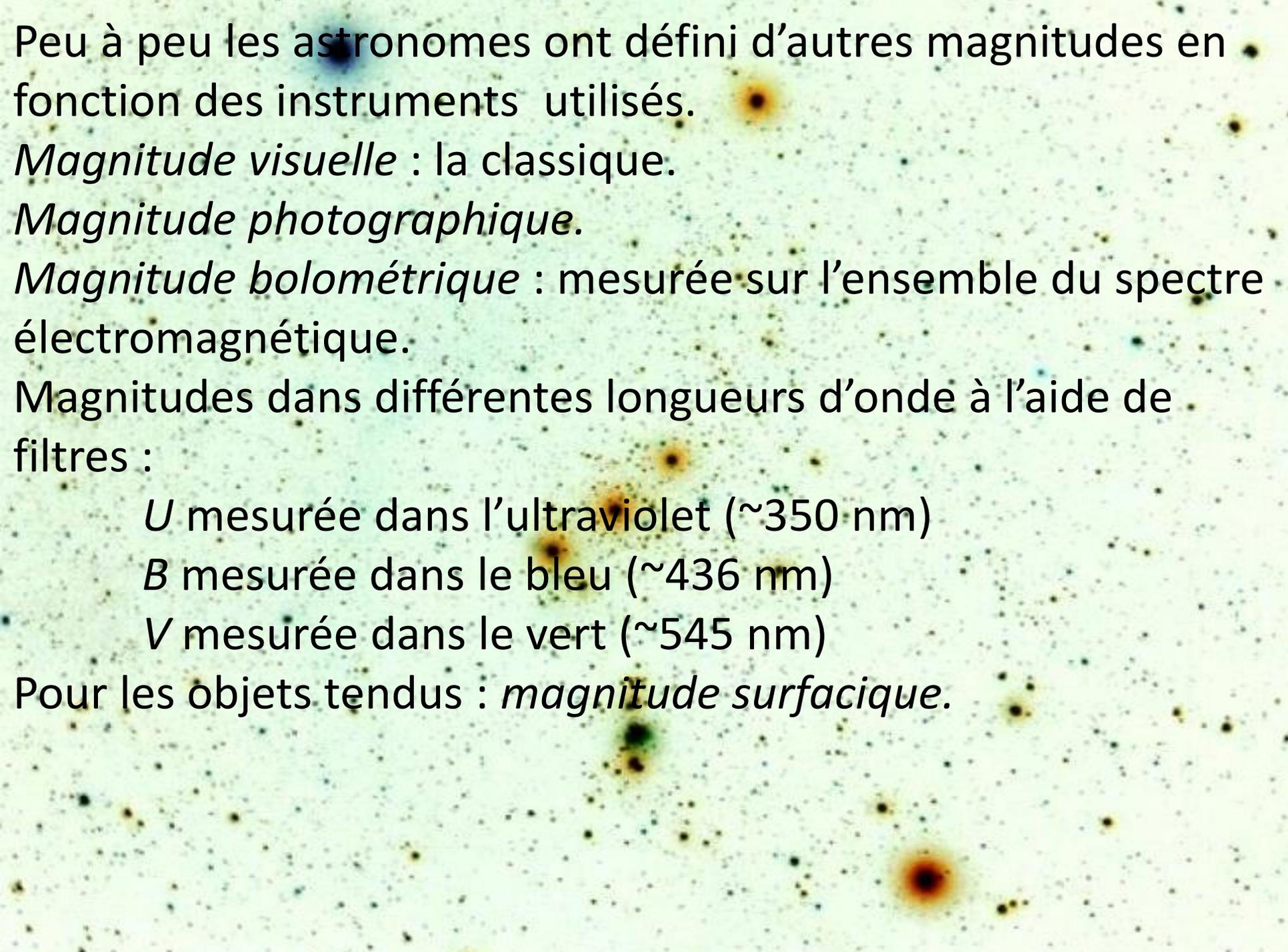
F est le flux lumineux reçu de l'étoile. En posant $F=K/D^2$ on arrive à la formule : $m = 5 \log D + C'$. (D la distance de l'astre)

On a défini la magnitude absolue comme étant celle qu'aurait l'étoile si elle était à la distance de 10 pc, d'où

$$M = 5 \log(10) + C'$$

Et enfin **$m - M = 5 \log D$**

Un exemple : pour le Soleil $m = -26,73$ et $M=4,7$



Peu à peu les astronomes ont défini d'autres magnitudes en fonction des instruments utilisés.

Magnitude visuelle : la classique.

Magnitude photographique.

Magnitude bolométrique : mesurée sur l'ensemble du spectre électromagnétique.

Magnitudes dans différentes longueurs d'onde à l'aide de filtres :

U mesurée dans l'ultraviolet (~350 nm)

B mesurée dans le bleu (~436 nm)

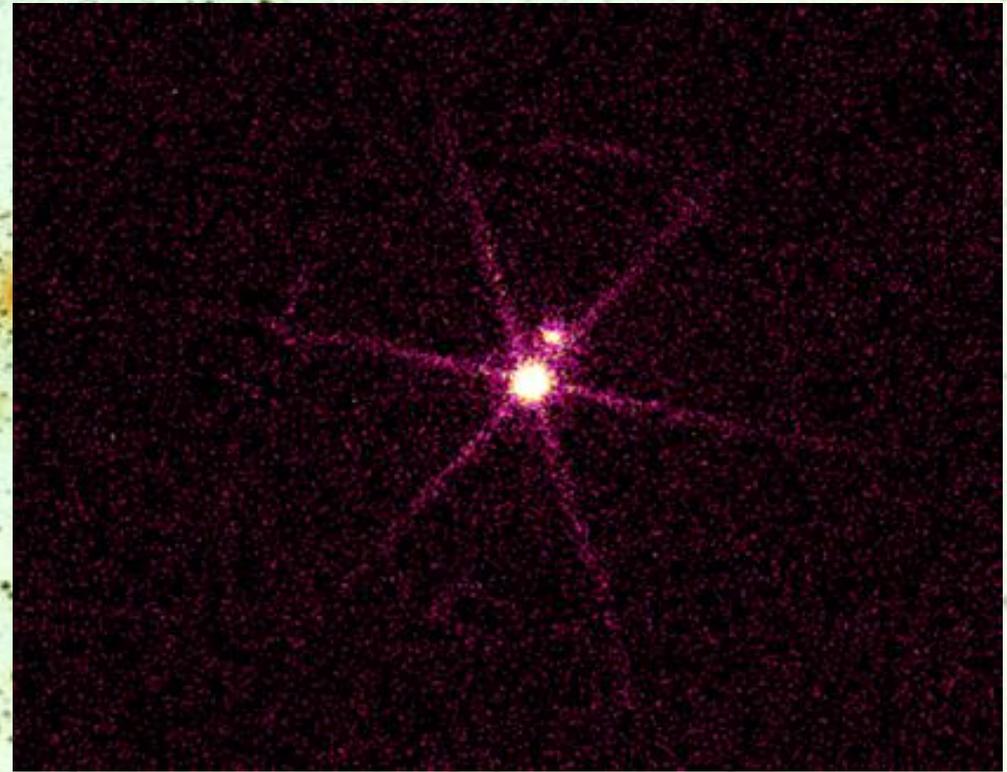
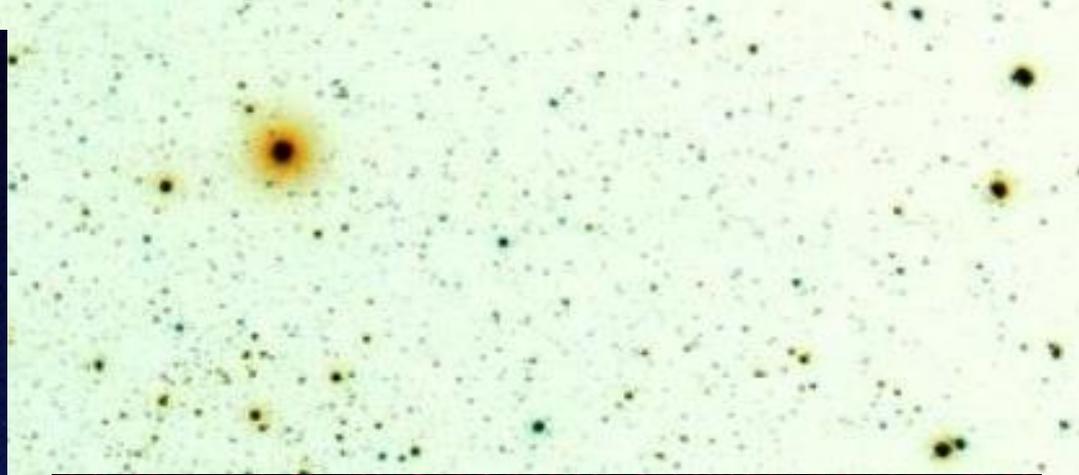
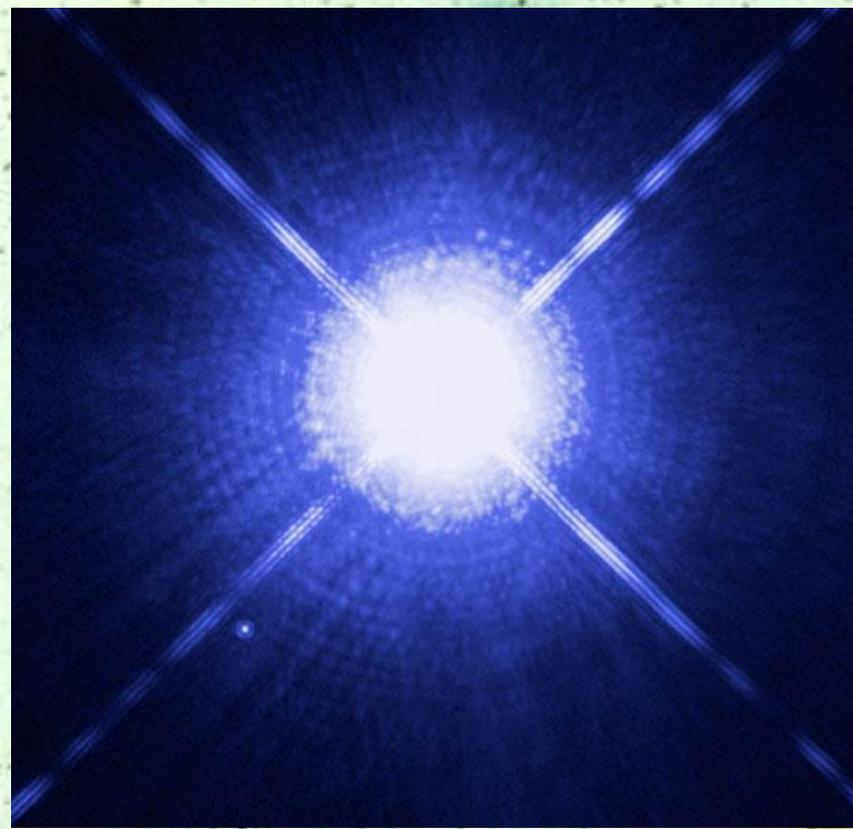
V mesurée dans le vert (~545 nm)

Pour les objets tendus : *magnitude surfacique*.

Quelques magnitudes apparentes

Objet	Magnitude apparente
Soleil	-26,7
Lune	-12,7
Vénus	-4,4
Sirus	-1,4
Véga	0
Antarès	1
Etoile polaire	2
Limite de perception à l'oeil nu	6
Limite de perception aux jumelles	10
Limite de perception au sol	27
Limite de perception du télescope spatial Hubble	30



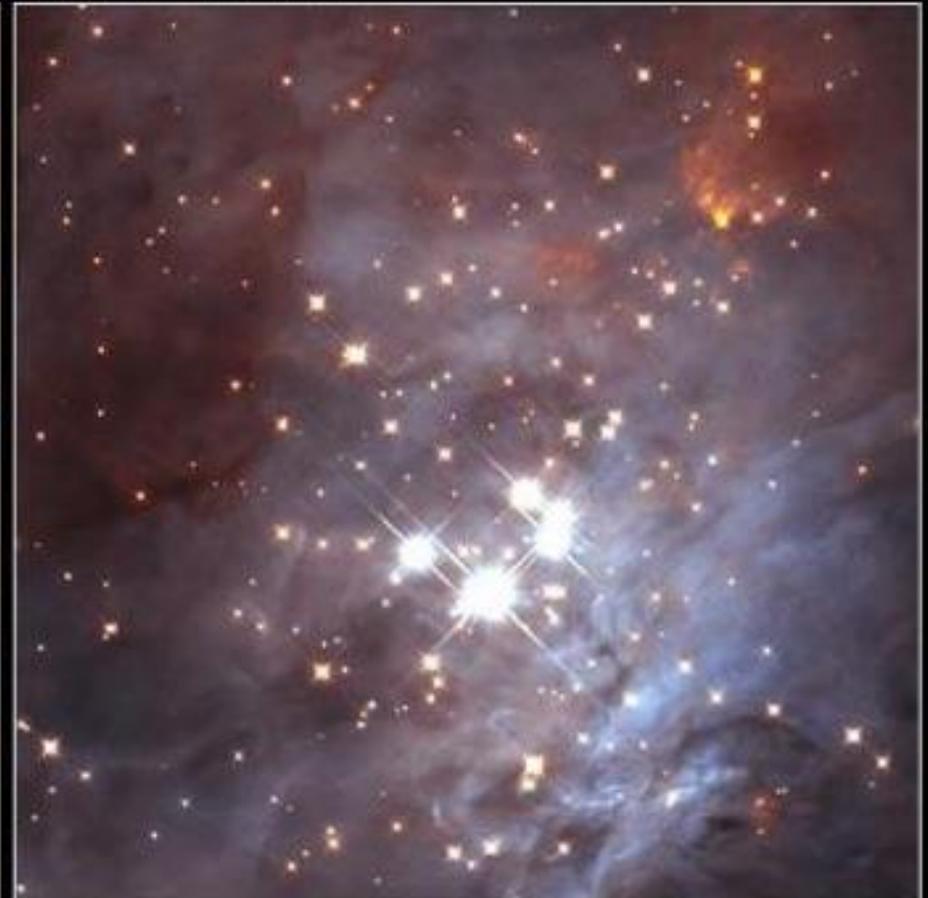


Une petite illustration : les deux photographies représentent Sirius l'une en visuel simple, l'autre dans le rayonnement X, d'après vous où se trouve Sirius B dans ces deux images ?

Visible • WFPC2



Infrared • NICMOS

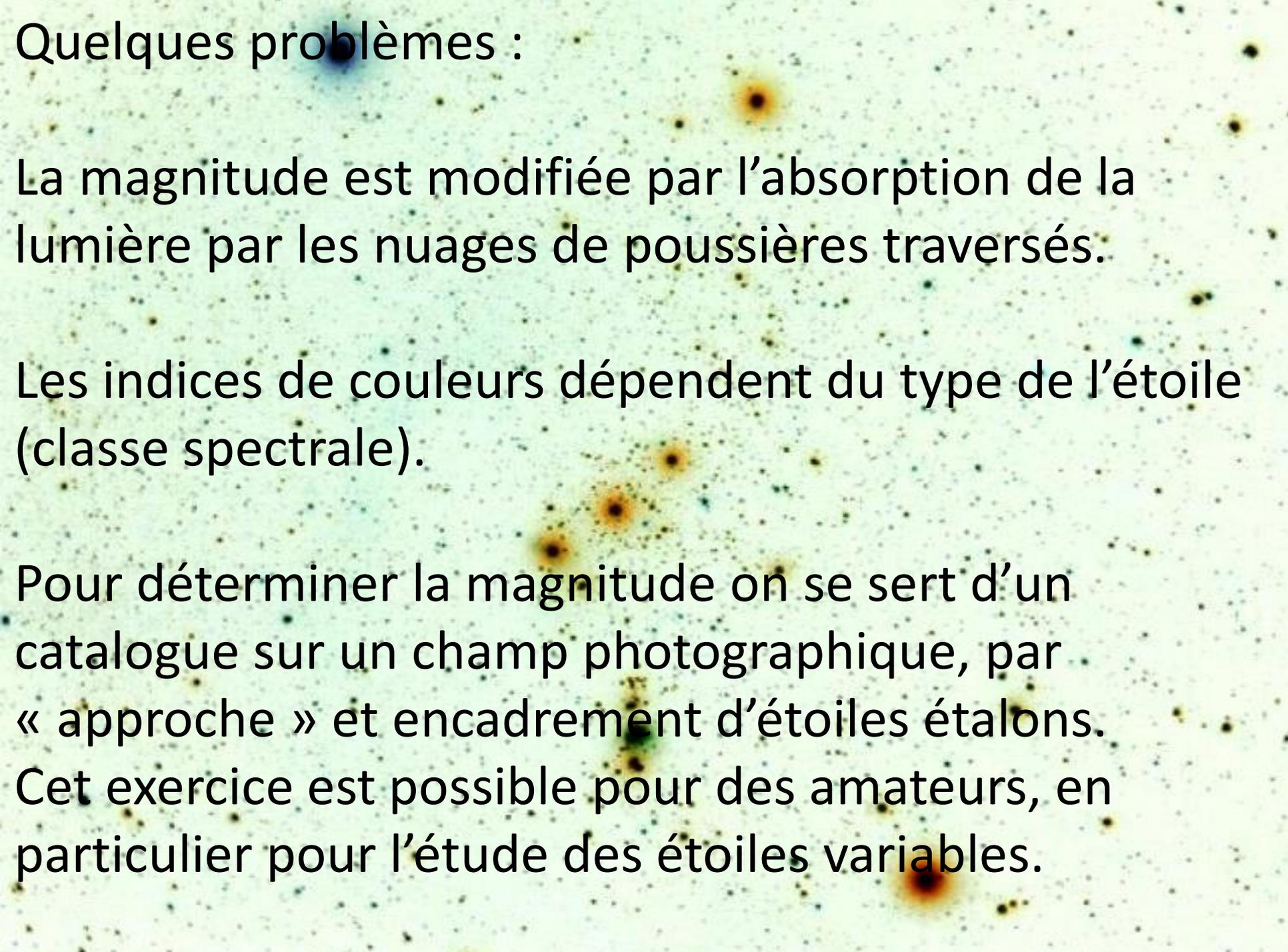


Trapezium CLuster • Orion Nebula
WFPC2 • Hubble Space Telescope • NICMOS

NASA and K. Luhman (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) • STScI-PRC00-19

La nébuleuse d'Orion, vue en visible en proche infrarouge. Les différences d'aspect sont ici essentiellement dues à des effets d'absorption par la matière interstellaire.

Crédit : HST



Quelques problèmes :

La magnitude est modifiée par l'absorption de la lumière par les nuages de poussières traversés.

Les indices de couleurs dépendent du type de l'étoile (classe spectrale).

Pour déterminer la magnitude on se sert d'un catalogue sur un champ photographique, par « approche » et encadrement d'étoiles étalons. Cet exercice est possible pour des amateurs, en particulier pour l'étude des étoiles variables.

https://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_luminosite/impression.html

