

Classification stellaire

* but: classer les étoiles avec le moins de paramètres possibles

c' est possible! Avec:

* couleur (ou température de surface)

* taille (ou luminosité)

Type spectral

Lié au spectre de l' étoile

essentiellement spectre de corps noir

deux lois importantes:

loi de Wien & loi de Stefan

Le rayonnement du corps noir

Nombreux exemples en (astro)physique:

photosphères stellaires

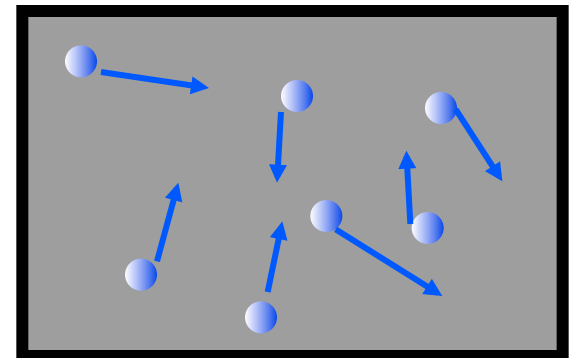
surfaces planétaires

rayonnement du fond cosmologique

télescopes

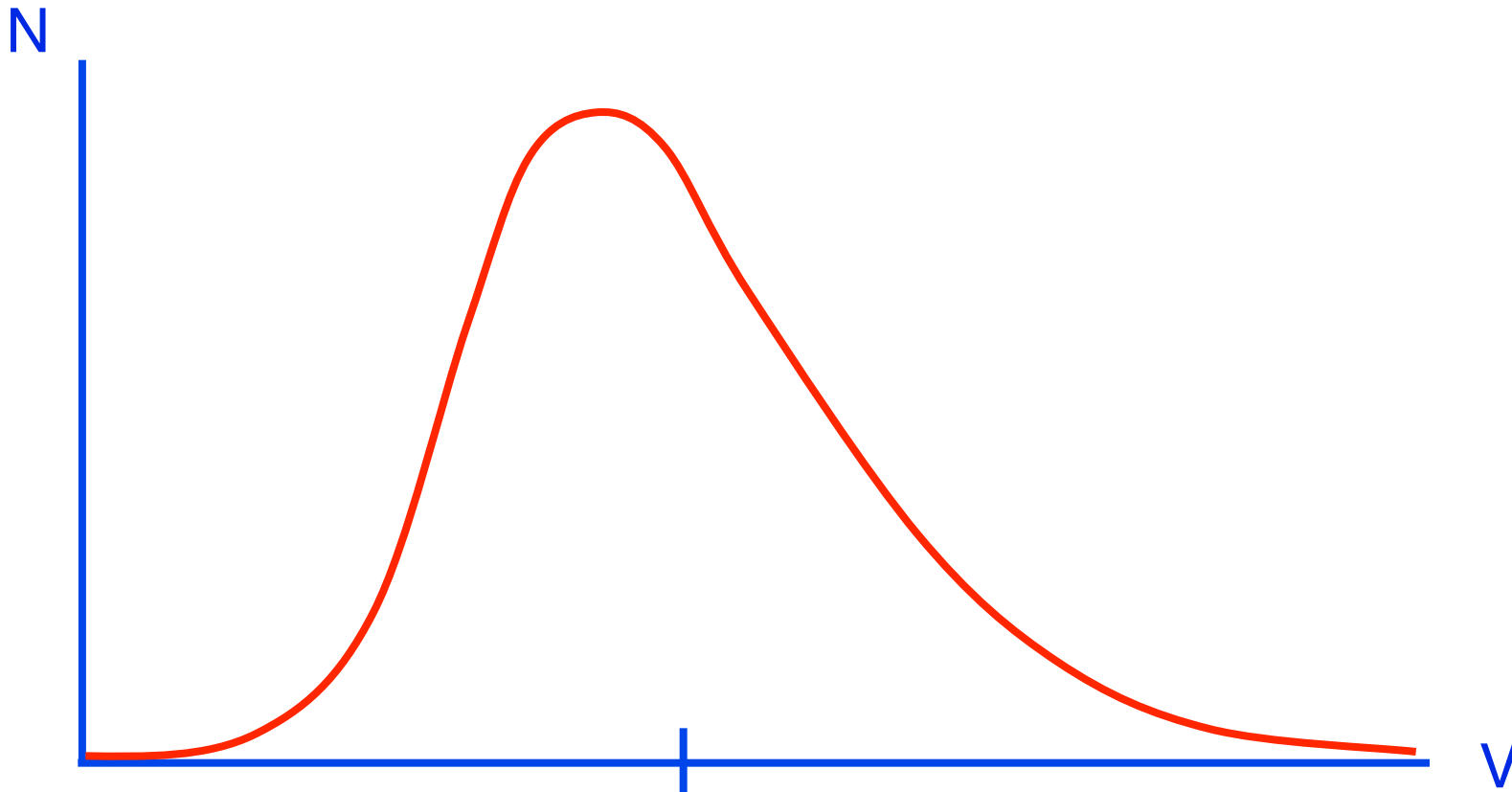
Notion d'équilibre thermique

ex. du gaz parfait:



Distribution maxwellienne des vitesses:

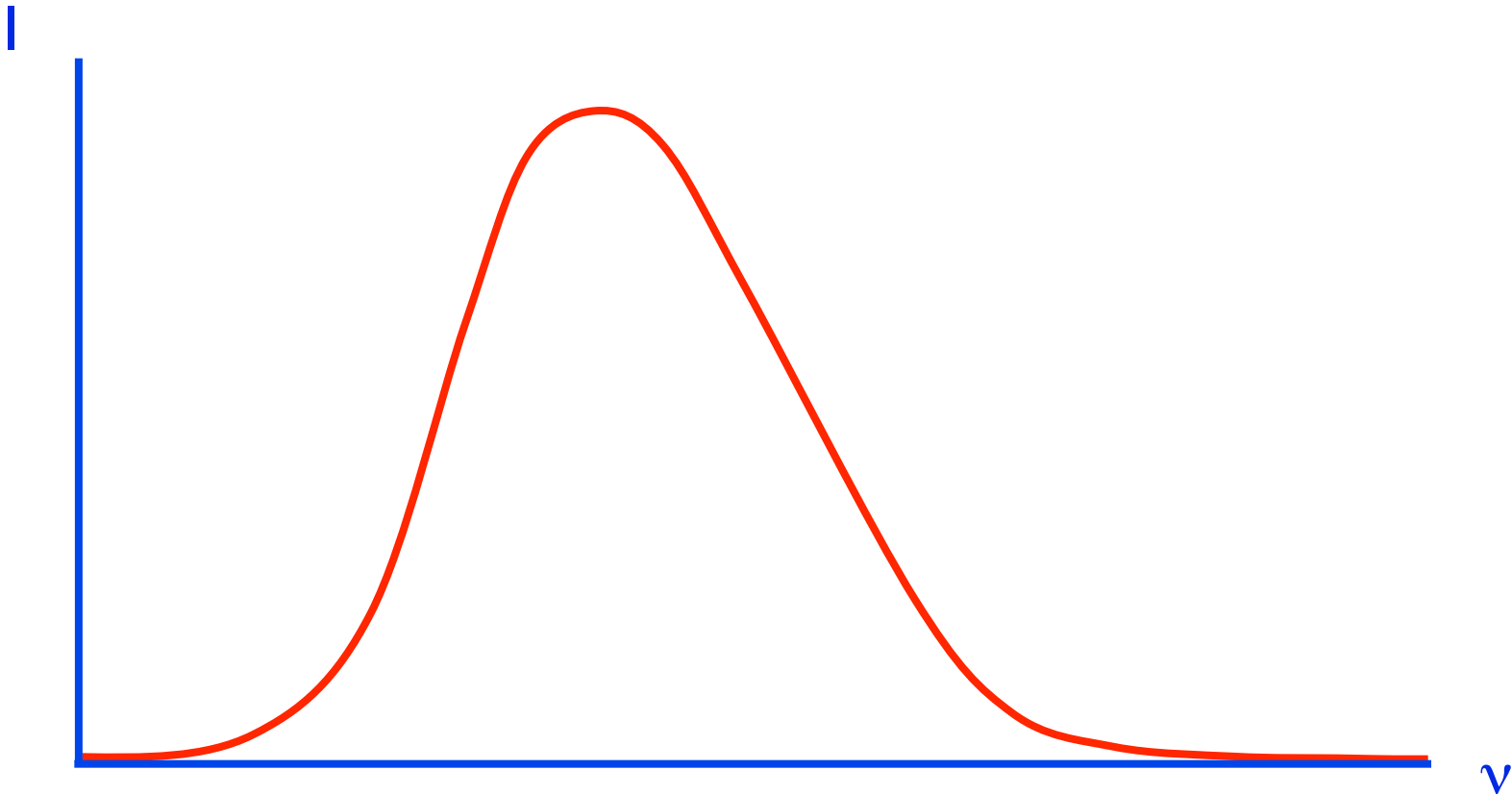
$$\frac{dN}{N} = \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} 4\pi v^2 \cdot \exp\left(-\frac{mv^2/2}{kT} \right) dv$$

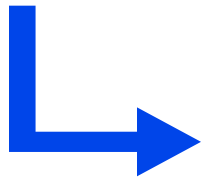
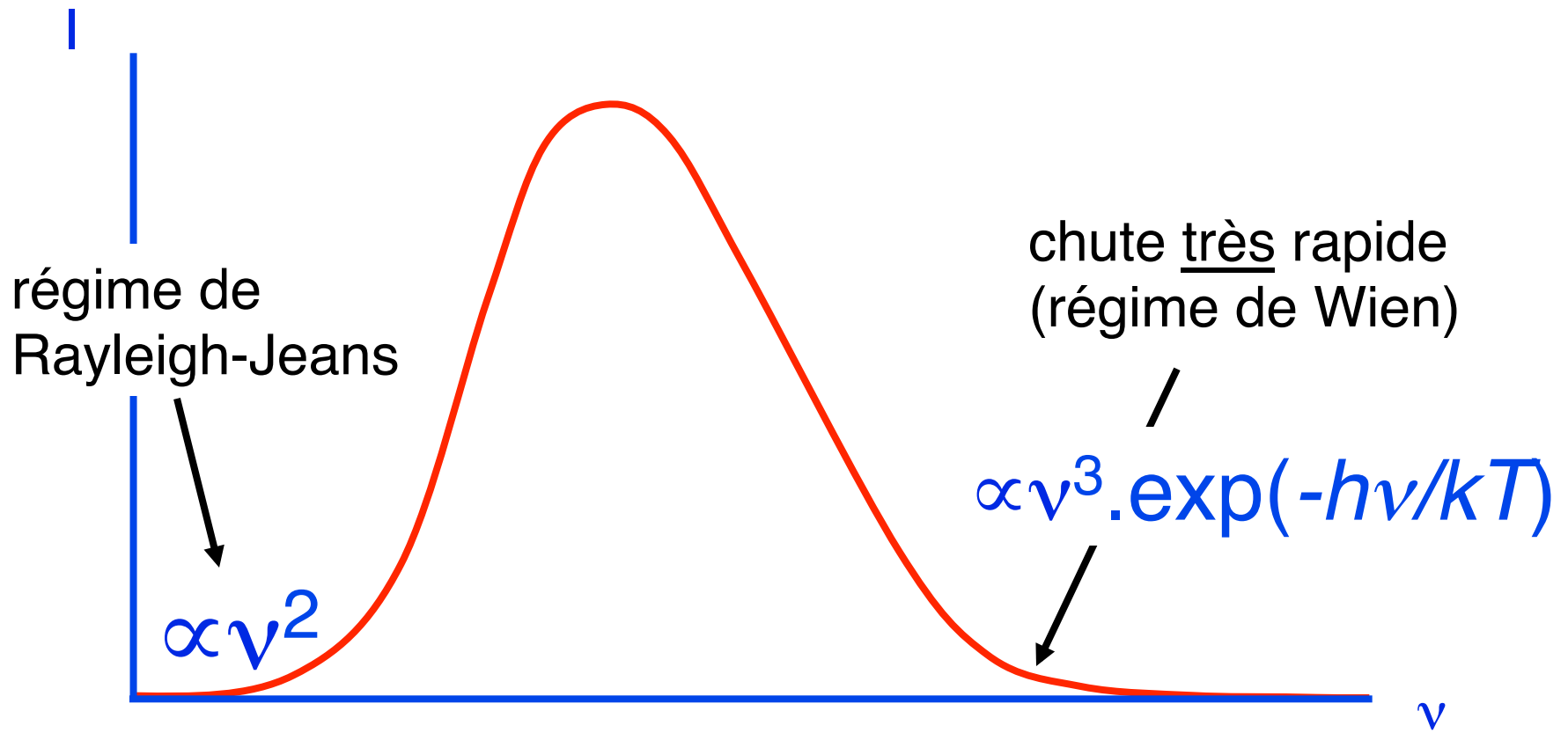


$$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{3kT/m} \quad \text{vitesse quadratique moyenne}$$

Fonction de Planck: intensité lumineuse émise par
un corps noir

$$B_{\nu}(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{\exp(h\nu/kT) - 1}$$

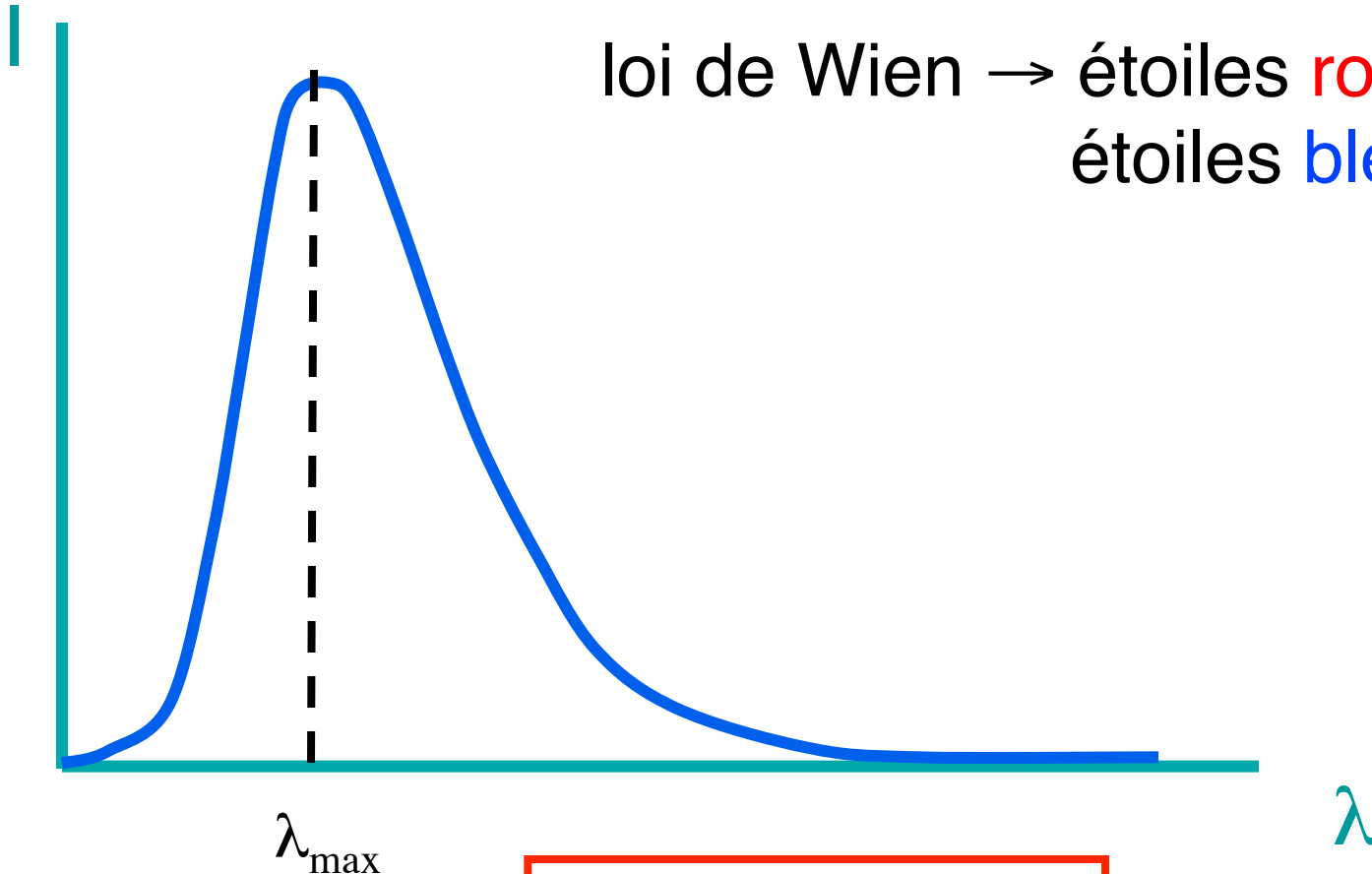




$$B_{\nu}(T) = \frac{2kT}{c^2} \cdot \nu^2$$

(classique)

la loi de Wien:

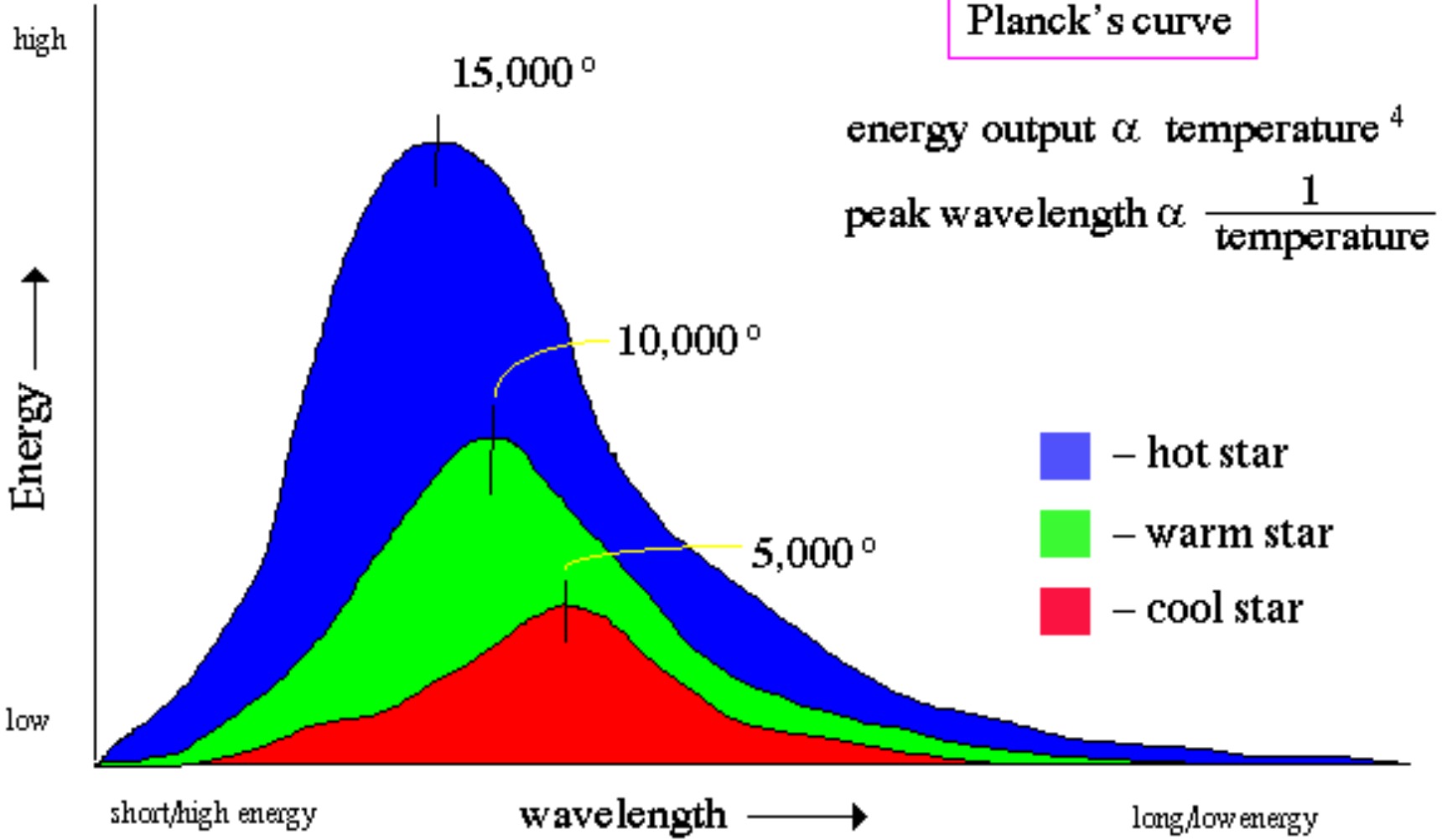


loi de Wien → étoiles **rouges: froides**
étoiles **bleues: chaudes**

λ_{\max}

$$\lambda_{\max} (\mu\text{m}) \sim \frac{3000}{T(K)}$$

Planck's curve



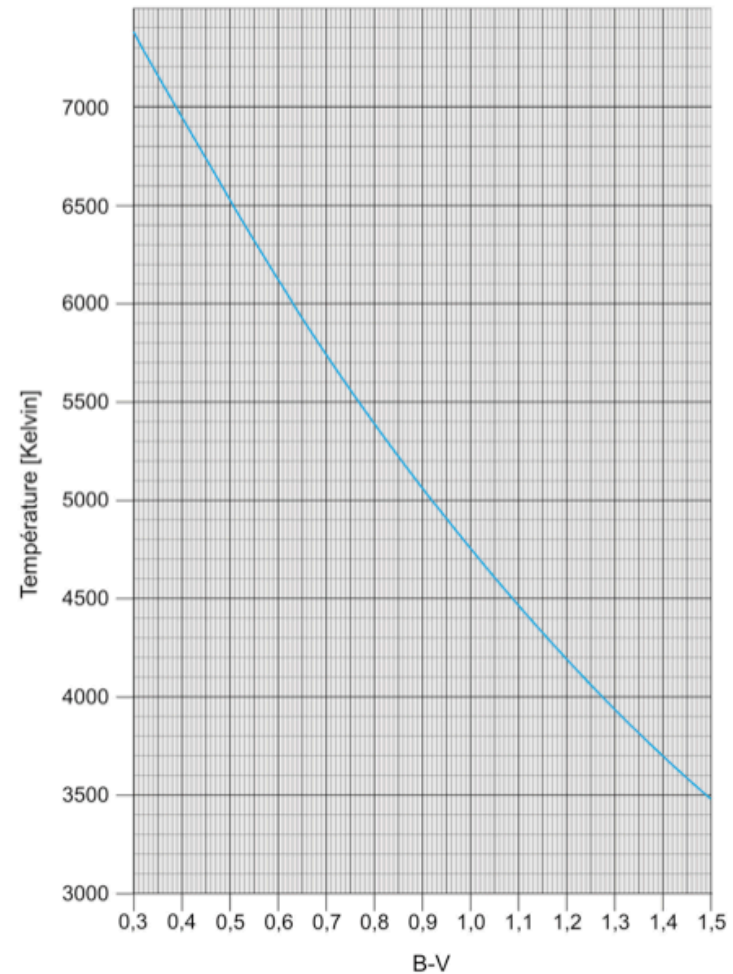
energy output \propto temperature ⁴

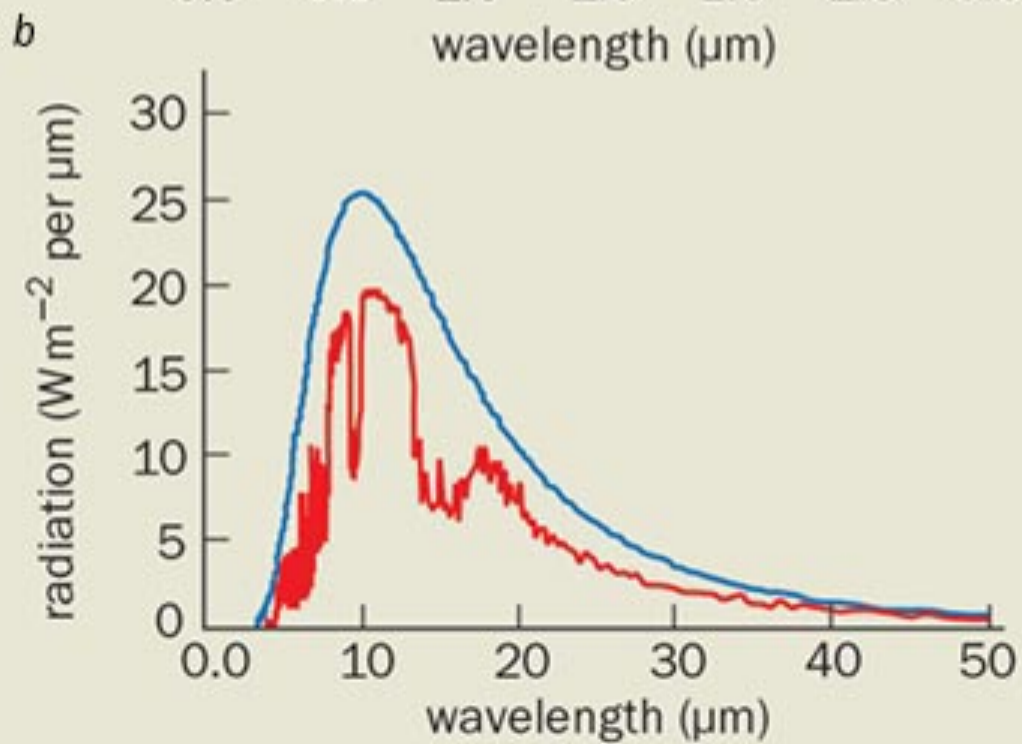
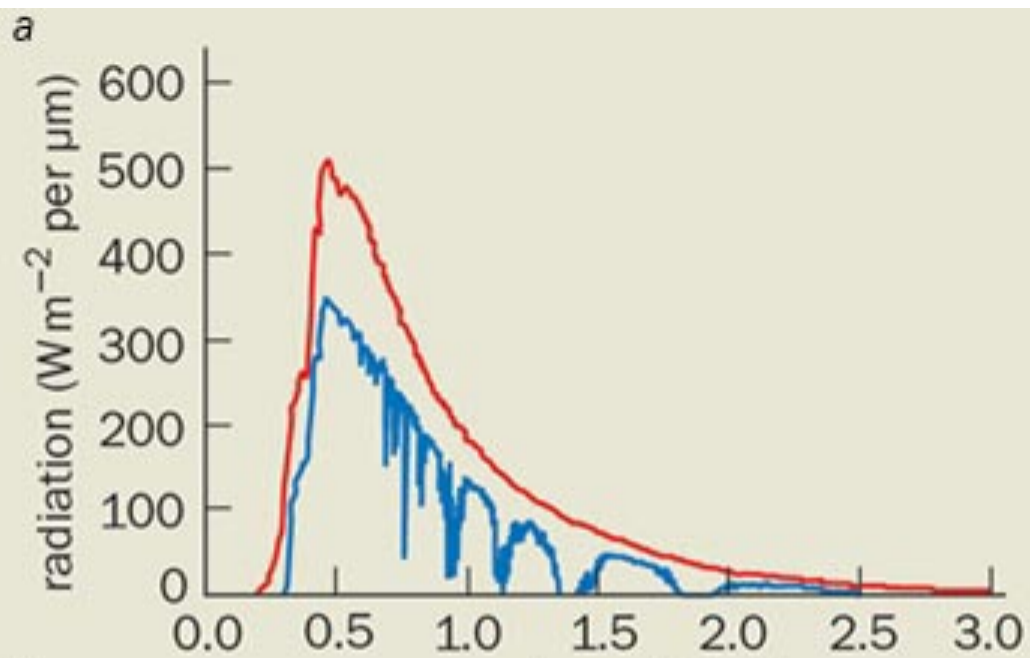
peak wavelength $\propto \frac{1}{\text{temperature}}$

- blue square – hot star
- green square – warm star
- red square – cool star

Indice de couleurs

- mb-mv
- $\log_{10}(T) = (14,551 - (mB - mV)) / 3,684$





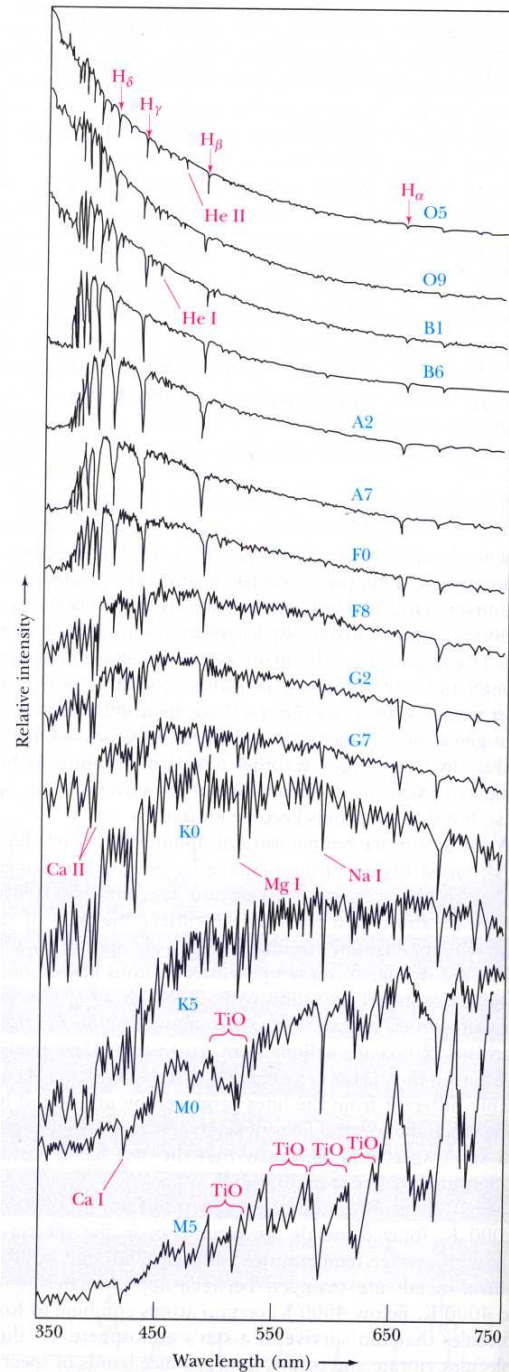
chauds (UV)



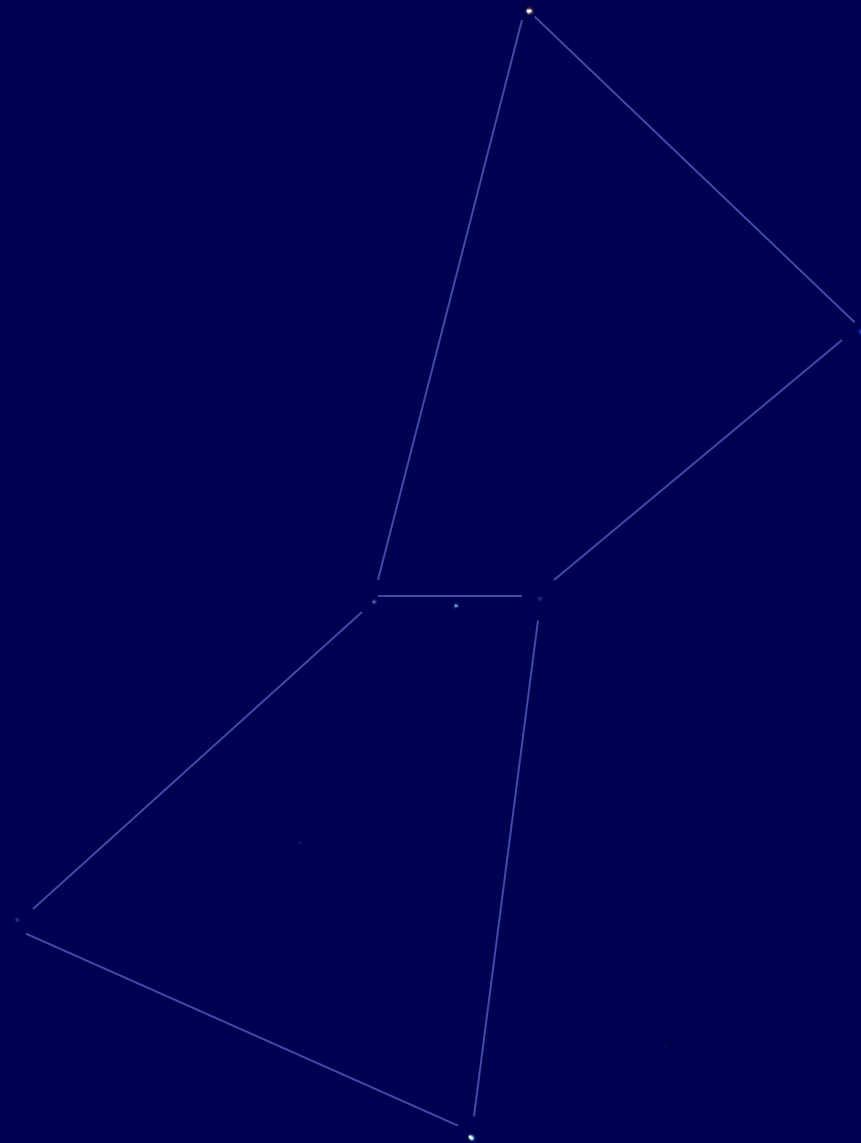
différents spectres stellaires:

T

froid (IR)



08.02.2004





Bételgeuse

Rigel

Les lois de Stefan

puissance lumineuse P émise par une surface S (loi de Stefan surfaccique):

$$P = \sigma \cdot T^4 \cdot S \text{ Watts}$$

formulation équivalente:

densité d'énergie e sous forme de photons à l'intérieur d'un corps noir (loi de Stefan volumique):

$$e = 4\sigma/c \cdot T^4 \text{ Joules } m^{-3}$$

σ : constante de Stefan $\sim 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W K}^{-4} \text{ m}^{-2}$

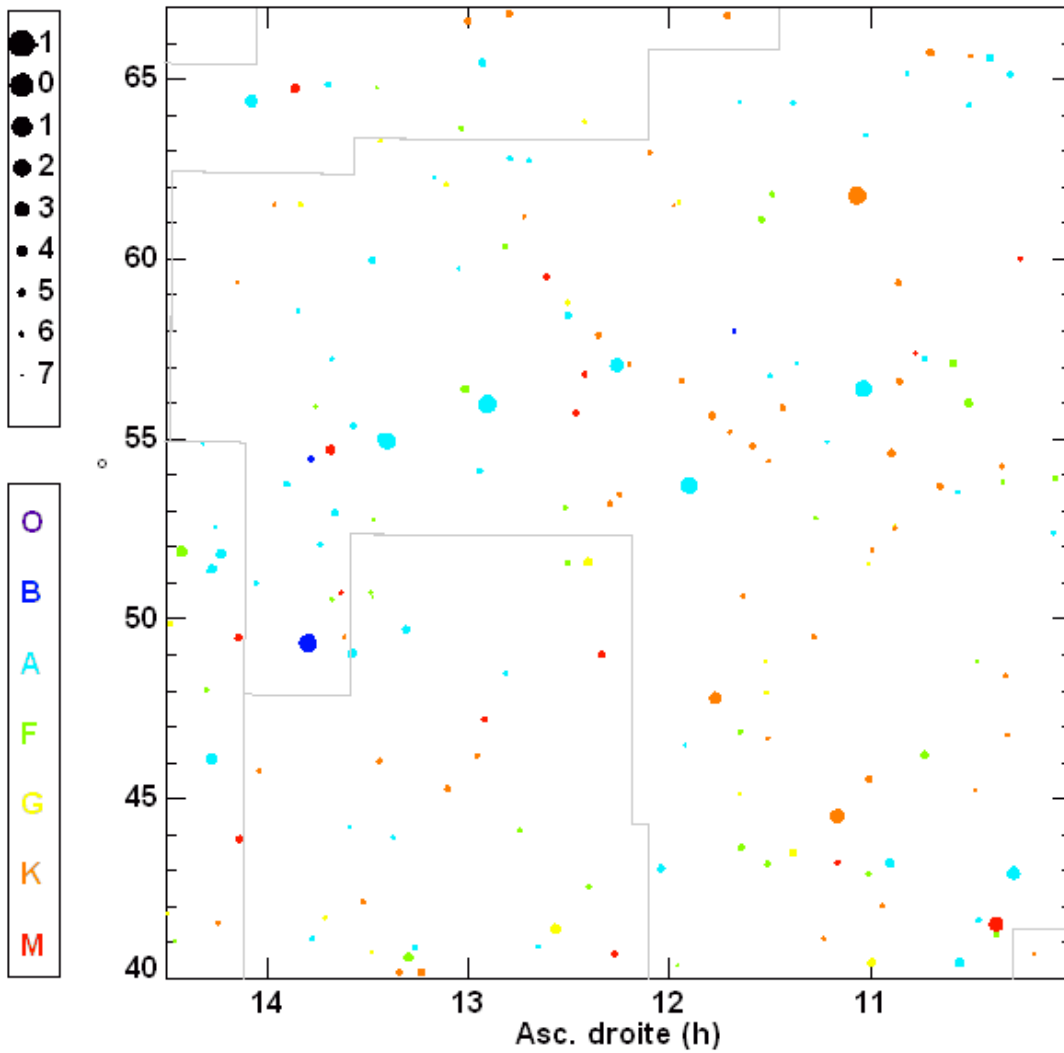
Type spectral	couleur	Température (K)
O	très bleue	>~28000
B	bleue	10000-28000
A	bleue-blanche	7000-10000
F	blanche	6000-7000
G	jaune	5000-6000
K	rougeâtre	3500-5000
M	rouge foncé	<~3500

sous-types spectraux: graduation plus fine en température. Par ex.:

G → 4900 à 6000 K

G9: 4900-5000 K ⇒ G8: 5000-5100 K ⇒ G0: 5900-6000 K

Ex. **Soleil: 5770 K → type G2**



Crédit : BSC/ASM
 Observatoire de Paris

classe stellaire

classe stellaire: l' **autre** paramètre qui définit une étoile (en plus de son type spectral, *i.e.* sa température de surface)

critère: soit taille de l' étoile, soit sa luminosité

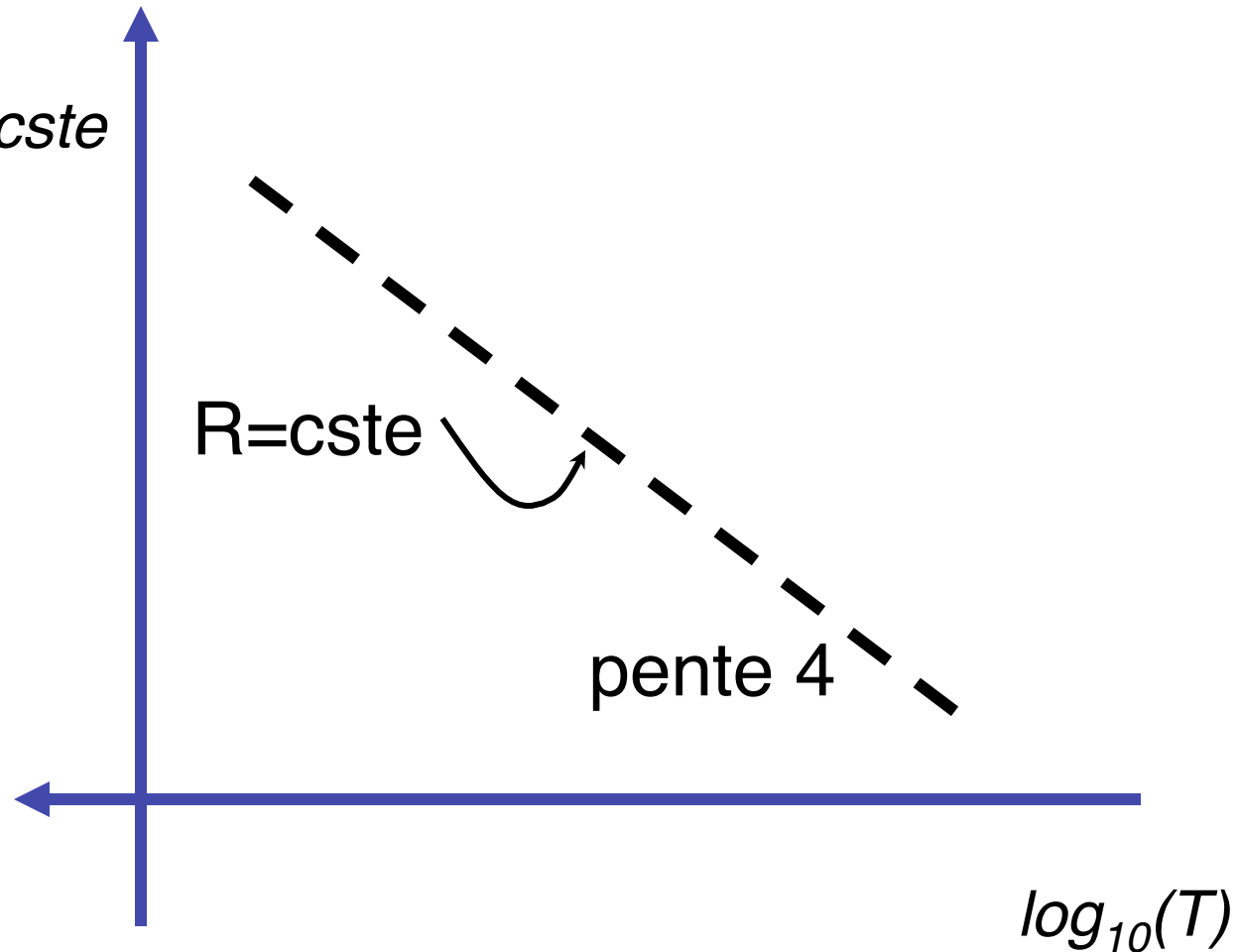
luminosité L : puissance émise dans tout l' espace et dans tout le spectre

loi de Stefan surfacique:

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \quad (W)$$

donc: $\log_{10}(L) = 4 \cdot \log_{10}(T) + 2 \cdot \log_{10}(R) + cste$

$$\log_{10}(L) = -0.4 \times M_{bol} + cste$$



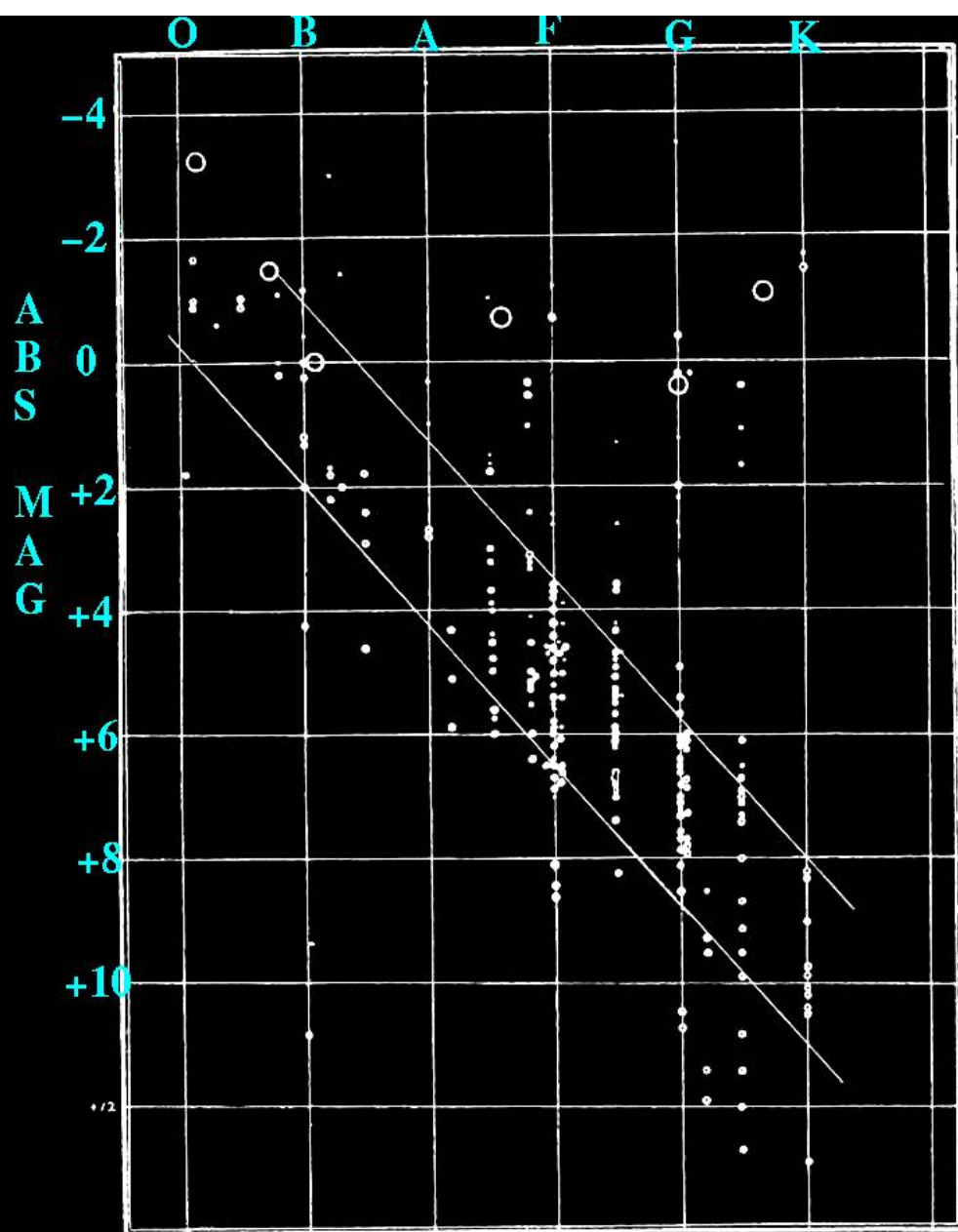
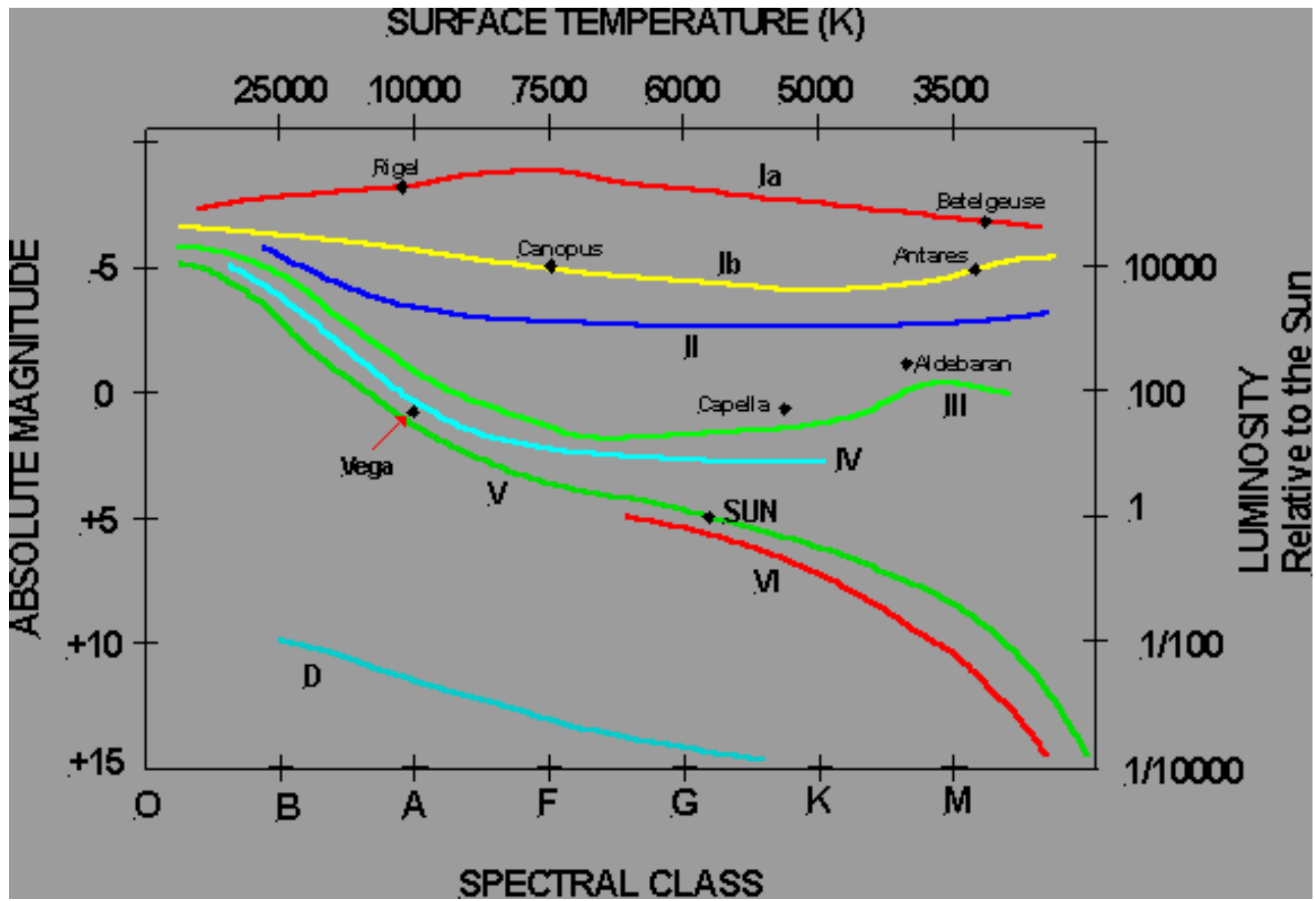


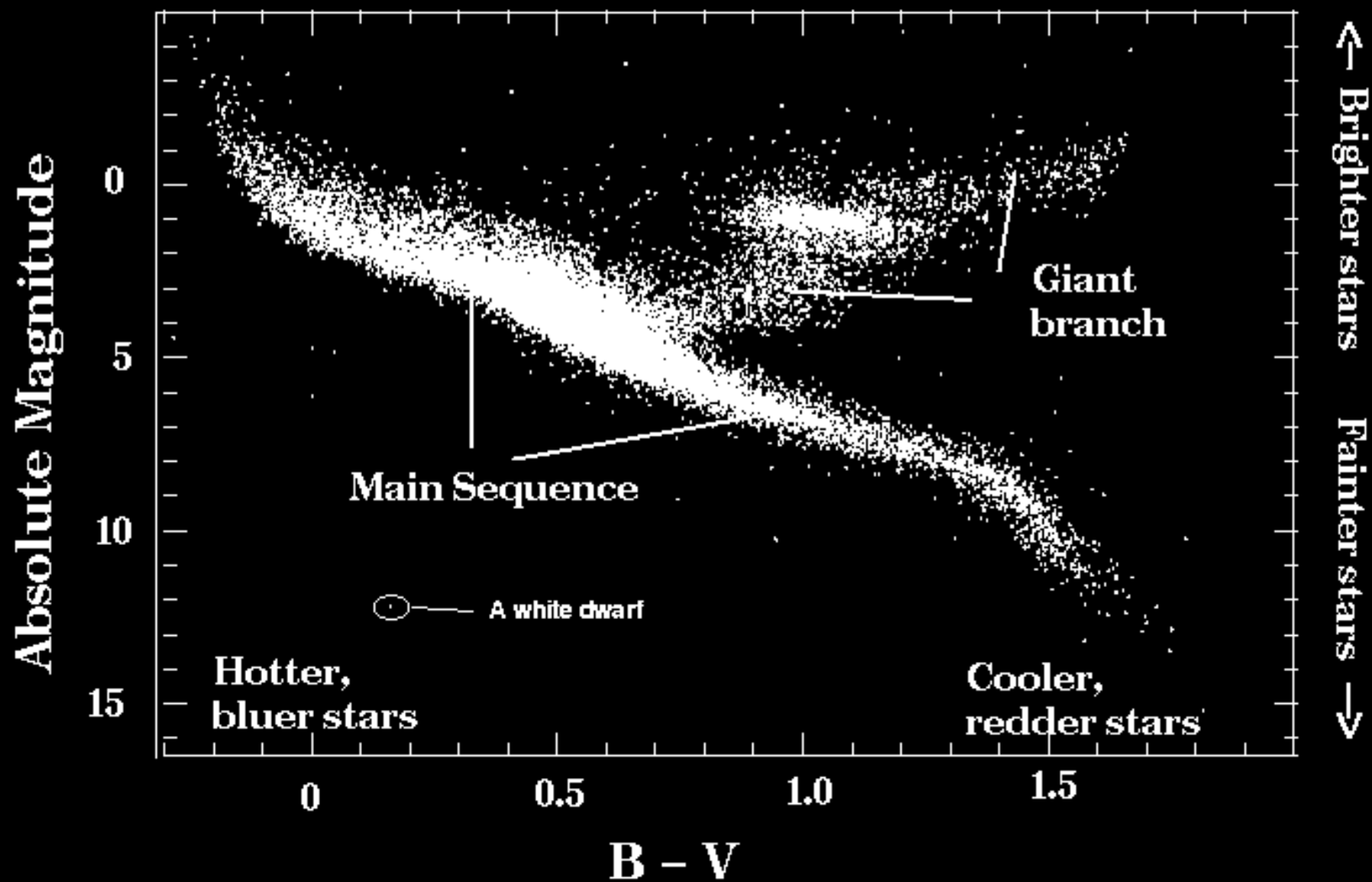
Figure 8.10 Henry Norris Russell's first diagram, with spectral types listed along the top and absolute magnitudes on the left-hand side. (Figure from Russell, *Nature*, 93, 252, 1914.)

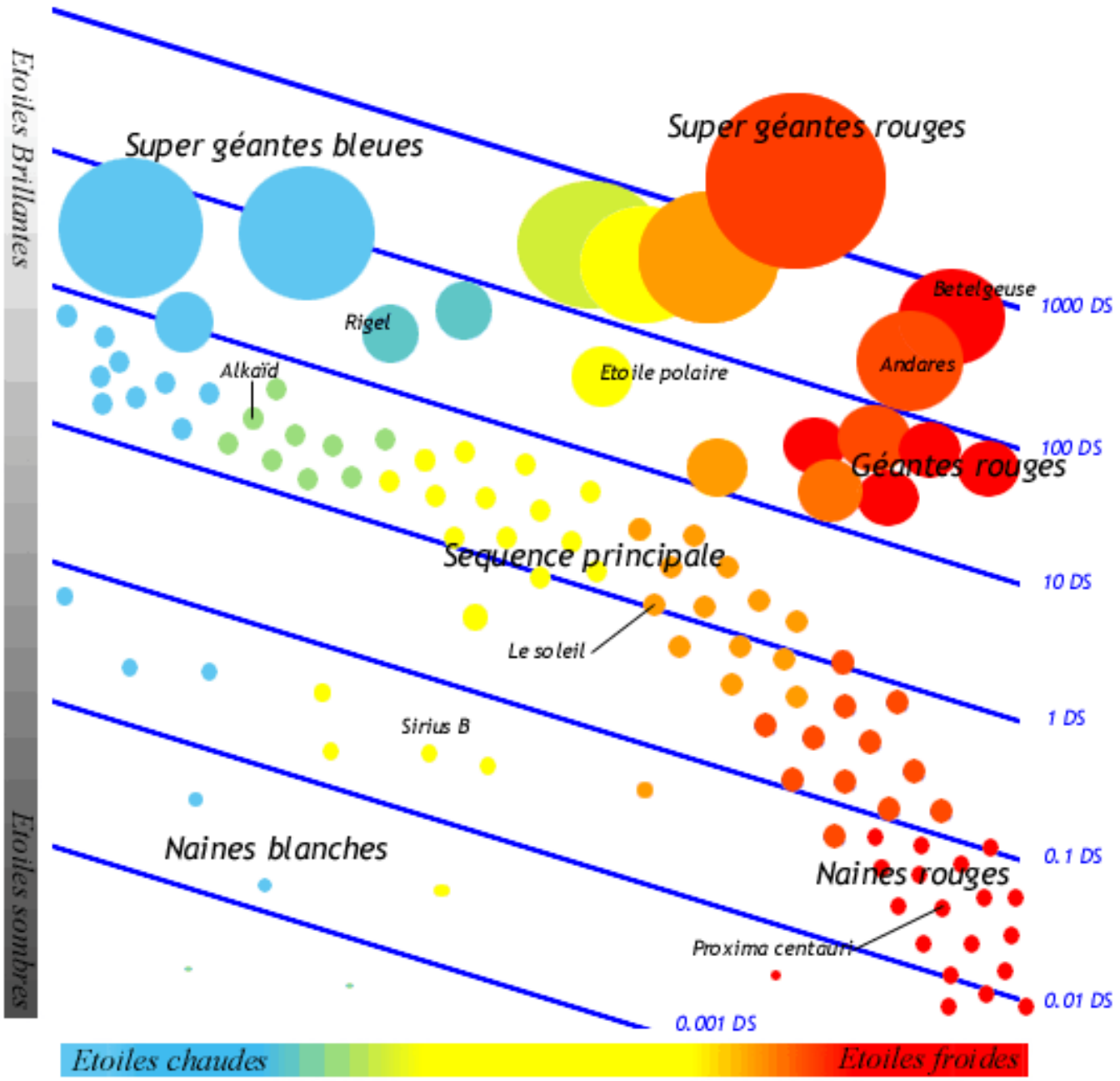
classes stellaires

classe stellaire	appellation
I	supergéantes
II	géantes brillantes
III	géantes
IV	sous-géantes
V	naines (séquence principale)
VI	sous-naines
VII	naines blanches



Herzsprung–Russell (HR) Diagram



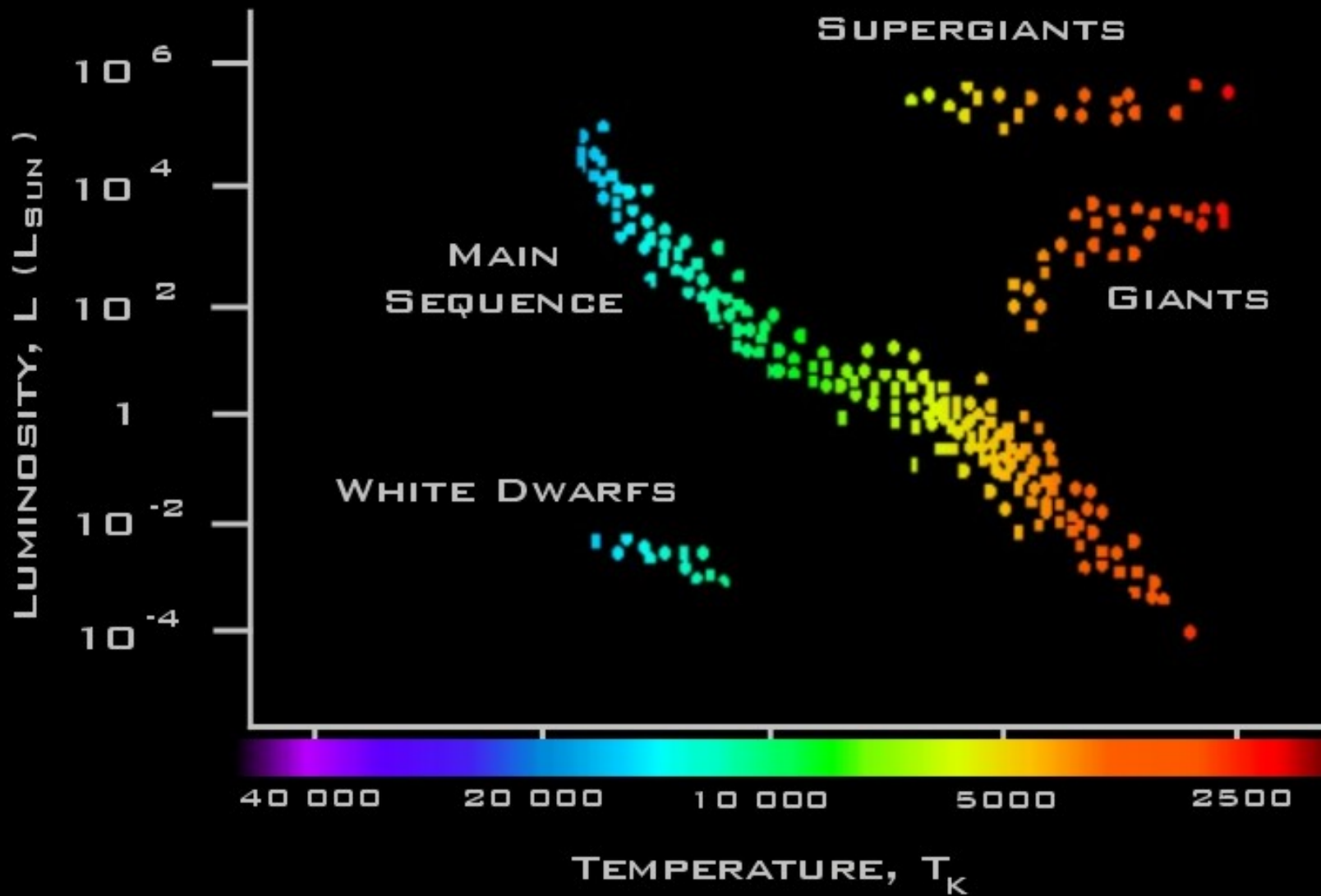


40000 K

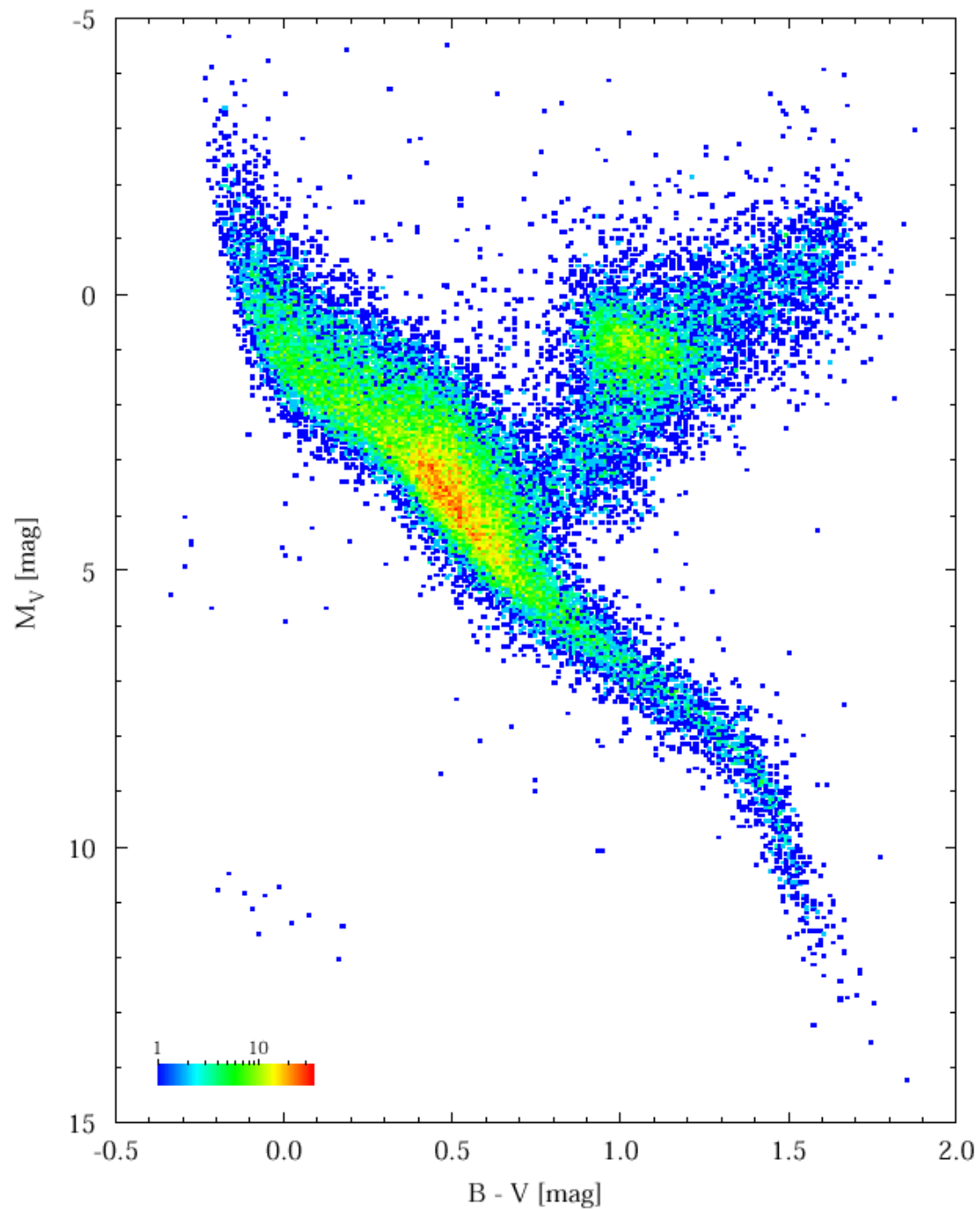
1 DS: un diamètre solaire

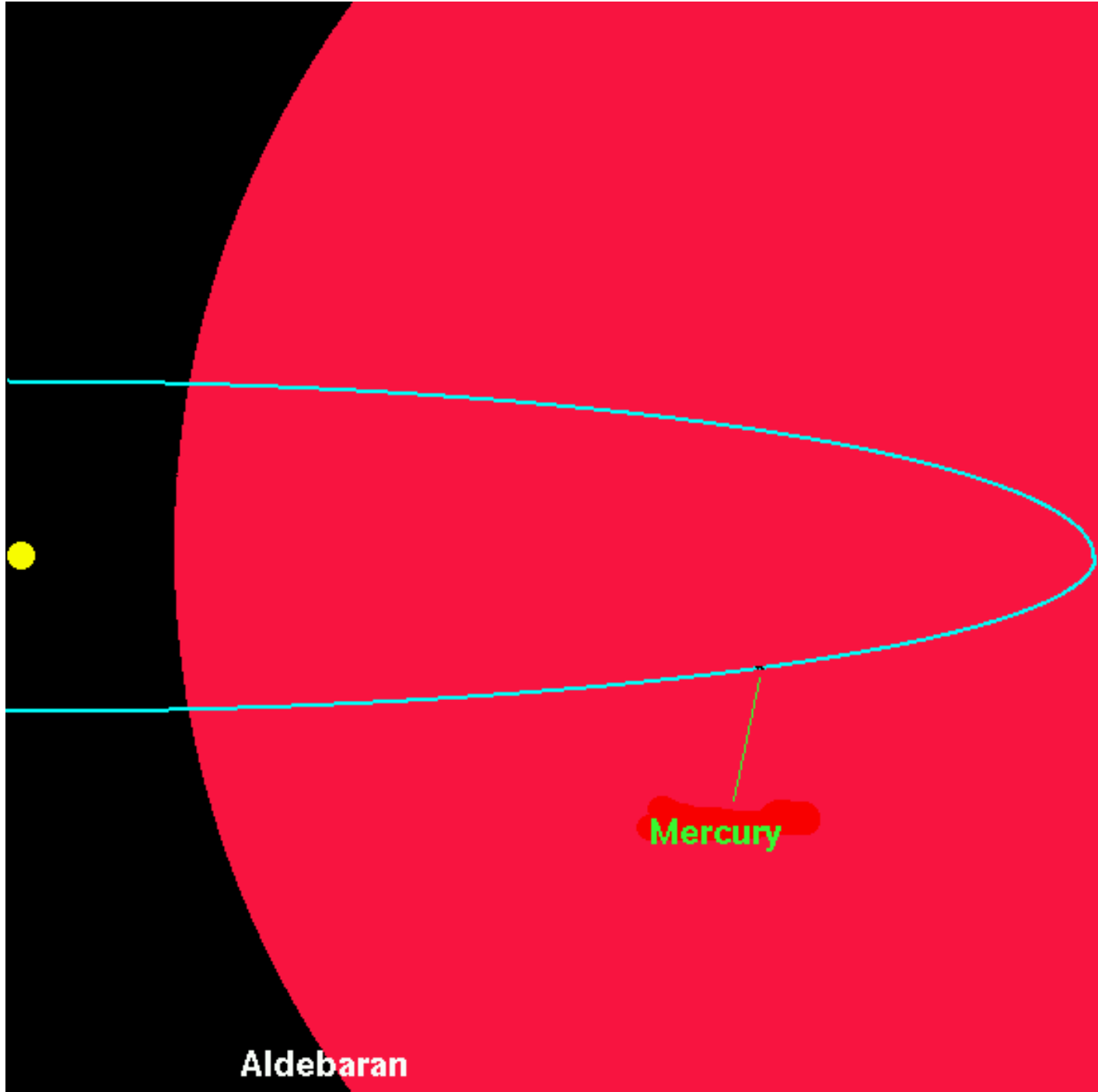
3500 K

crée par Nicolas Bouchilloux



version en indice
de couleur:





Aldebaran

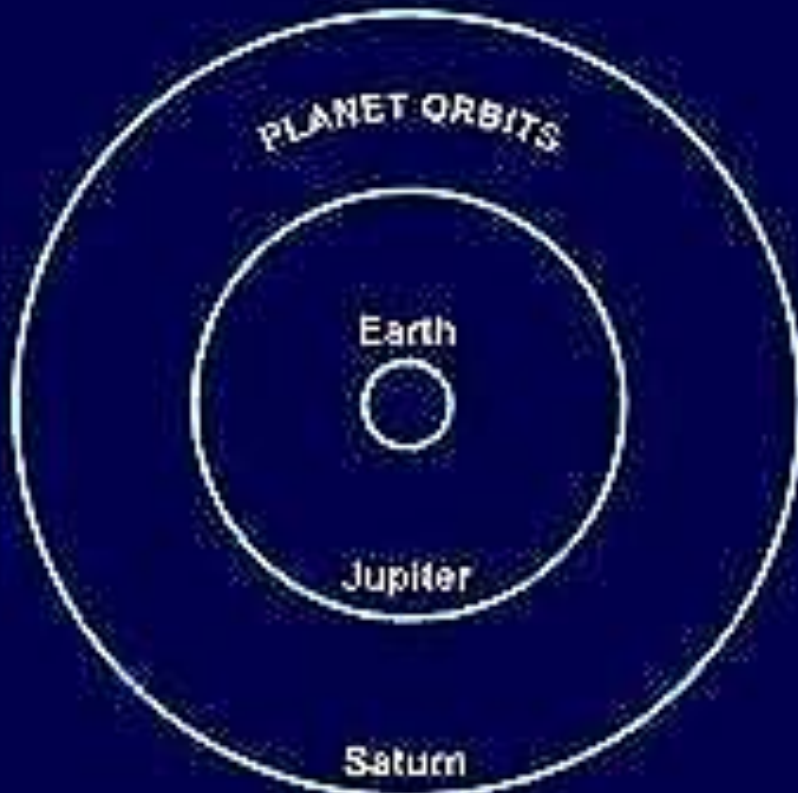
Mercury



Betelgeuse



RY Cygni



Earth

Jupiter

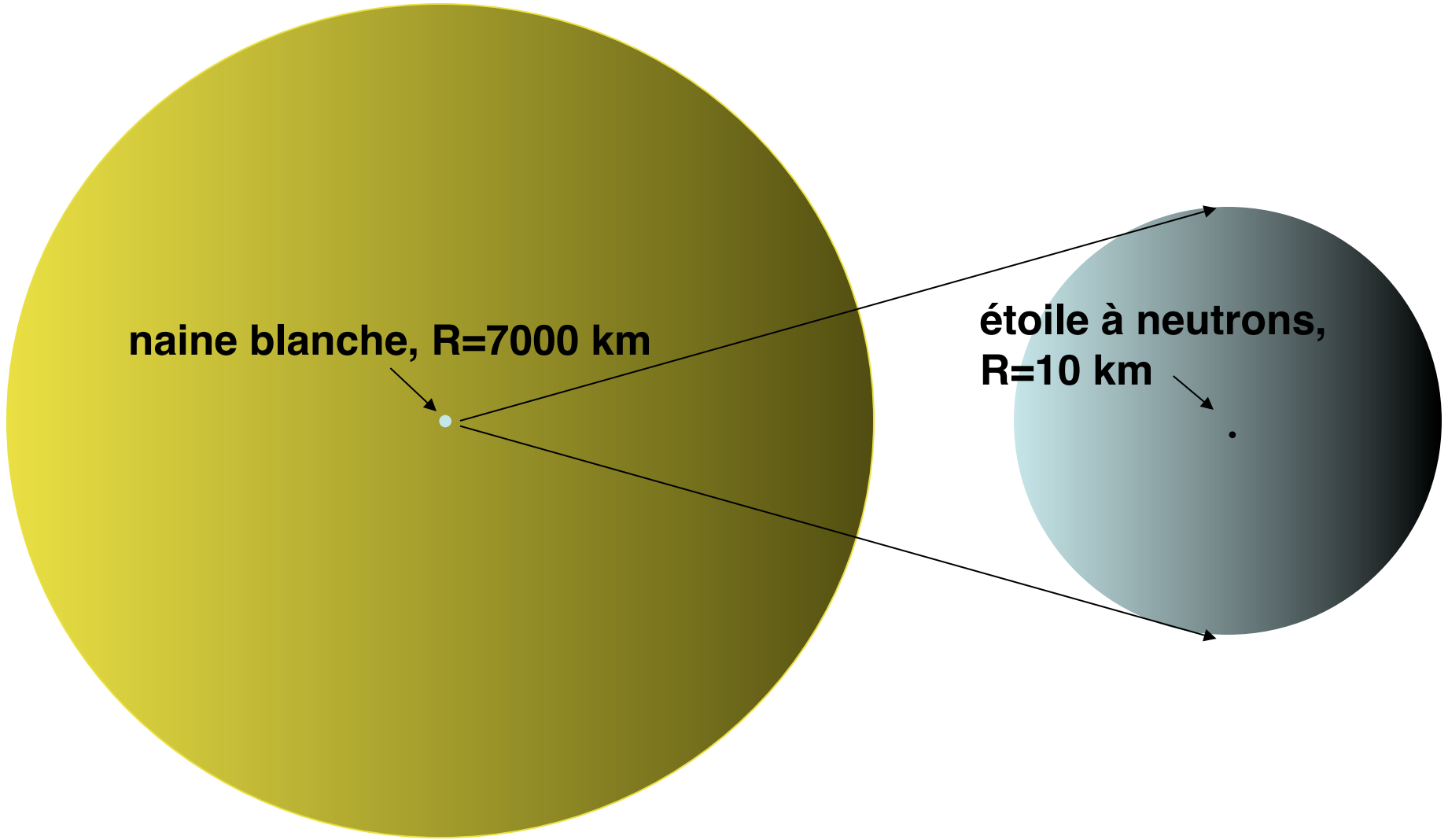
Saturn

PLANET ORBITS

Soleil, $R=700000$ km

naine blanche, $R=7000$ km

**étoile à neutrons,
 $R=10$ km**





L'étoile centrale a une magnitude de 4,5, la seconde étoile a une magnitude de 7,2 et les étoiles du fond de ciel une magnitude comprise entre 15 et 18.

Crédit : CDS
Observatoire de Paris