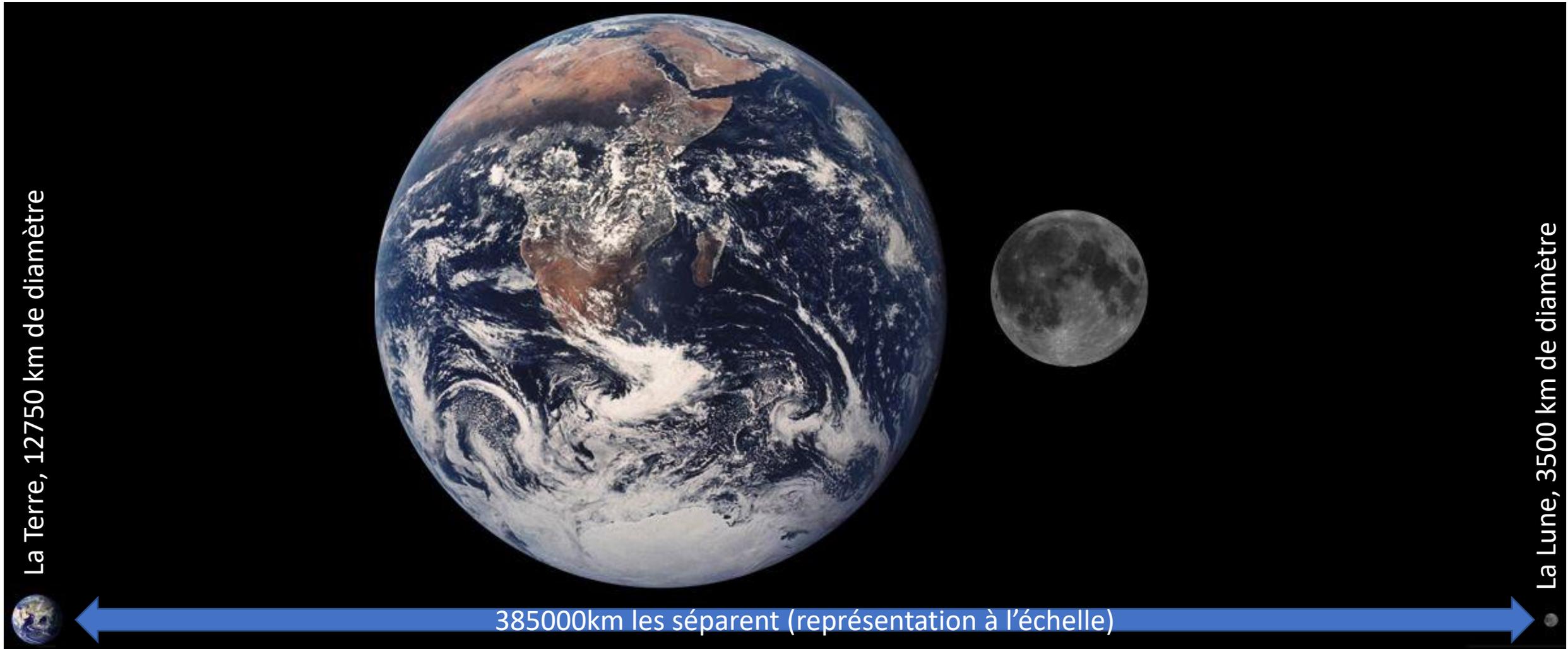


A vast field of galaxies in various colors and shapes against a dark background. The galaxies are scattered across the frame, with some appearing as bright, distinct points of light and others as more diffuse, elongated structures. The colors range from deep blues and purples to bright yellows and oranges, suggesting a wide range of stellar populations and ages. The overall effect is a dense, multi-colored field of distant celestial objects.

Ordres de grandeurs  
de l'Univers (observable)

# La Lune, notre voisine



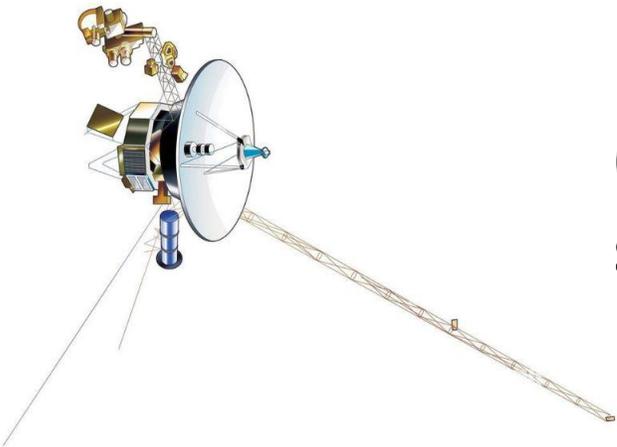


# La Lune, notre voisine

Distante de 385000 km en moyenne



6 mois de voyage en 4L



6h30 de voyage en  
sonde Voyager 1

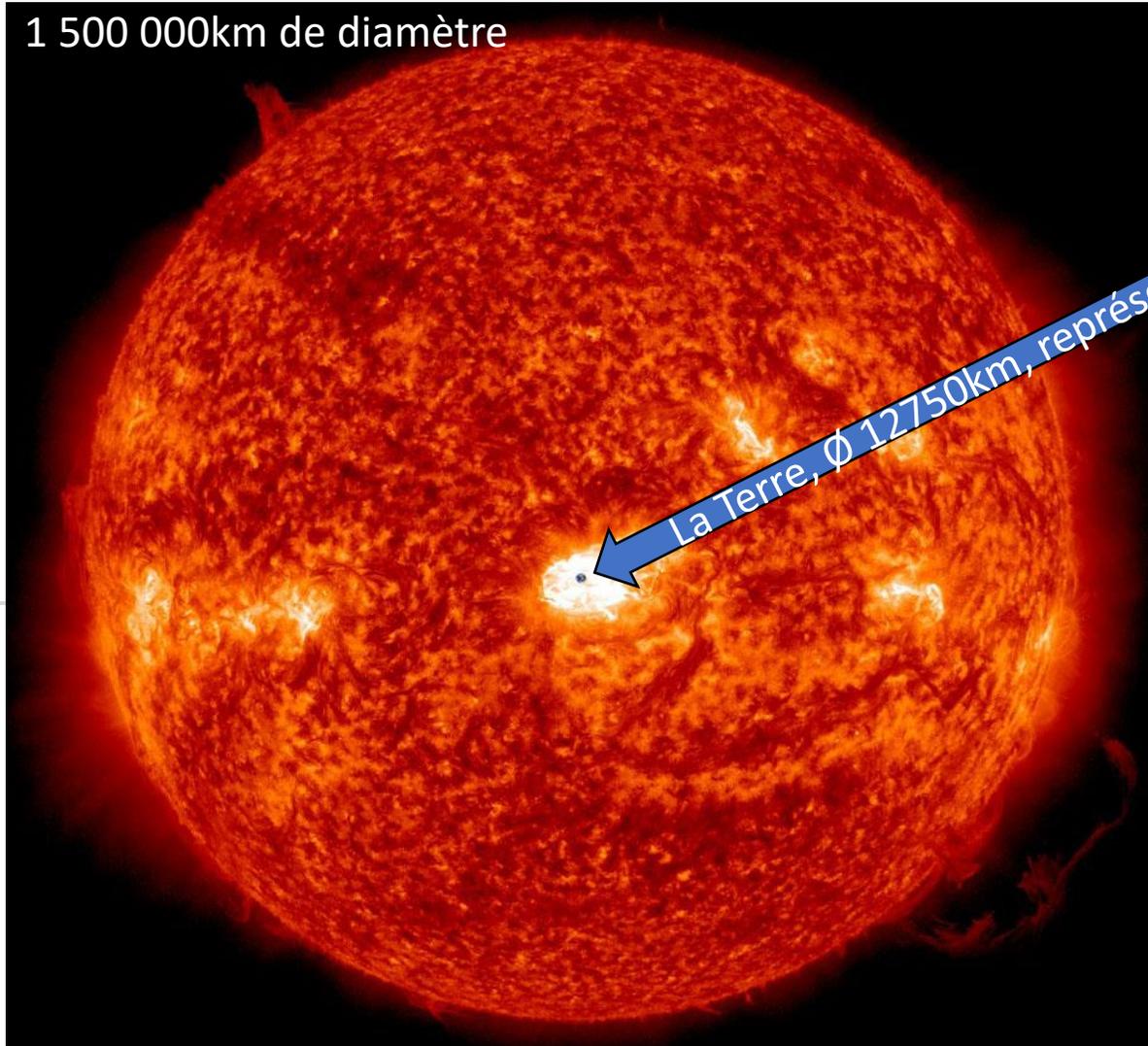


1,3s de voyage à la  
vitesse de la lumière



# Le Soleil, notre étoile

1 500 000km de diamètre



La Terre, Ø 12750km, représentée à l'échelle



# Le Soleil, notre étoile

Distant de 150 000 000 km (= 1 AU)\*



**190 ans de voyage en 4L**



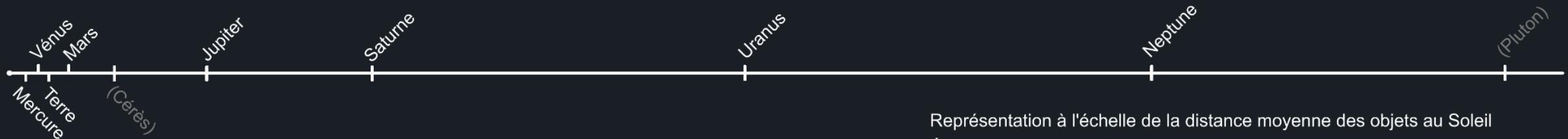
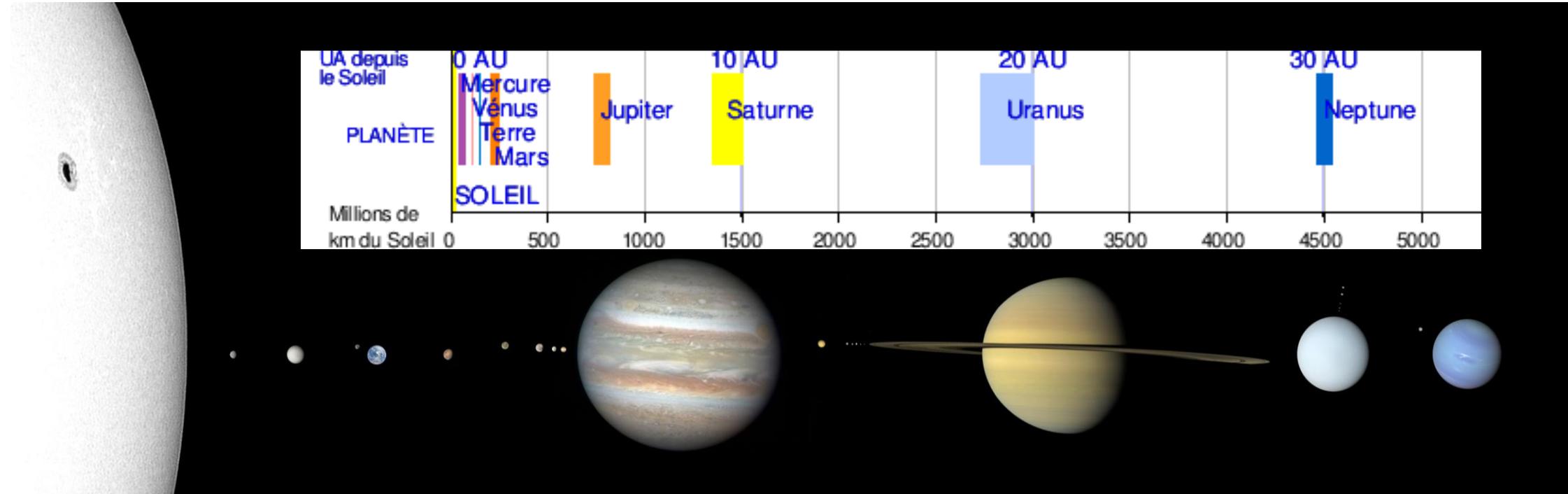
**3,5 mois de voyage en sonde Voyager 1**



**8 min et 20 s de voyage à la vitesse de la lumière**

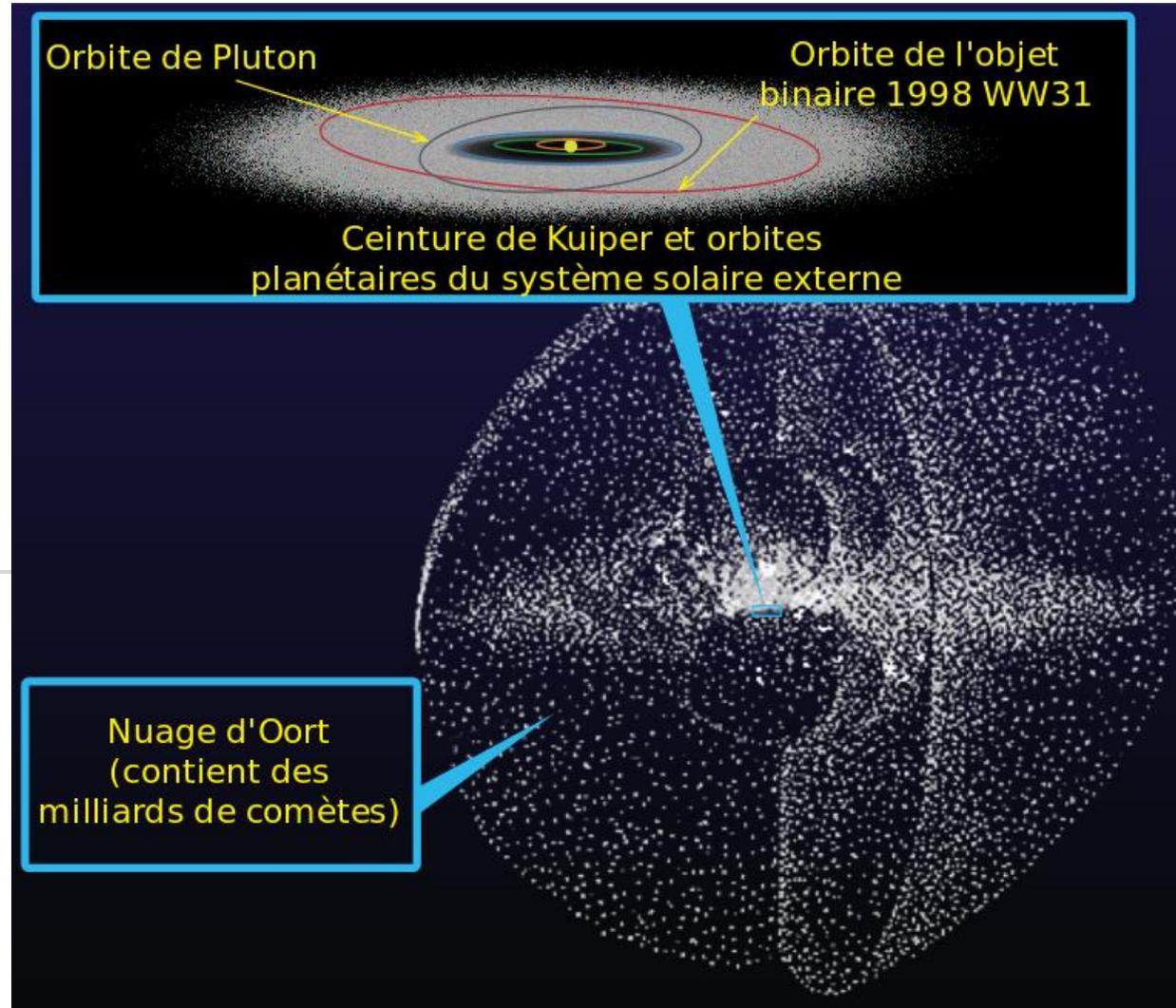
\* Cette distance est utilisée comme unité astronomique de longueur  
Symbole : au (notée aussi AU, ua ou UA)

# Le système solaire, ses planètes



Représentation à l'échelle de la distance moyenne des objets au Soleil  
Échelle  $\longrightarrow$  1 AU (149.6 Mill. km)

# Le système solaire, régions lointaines



# Le système solaire



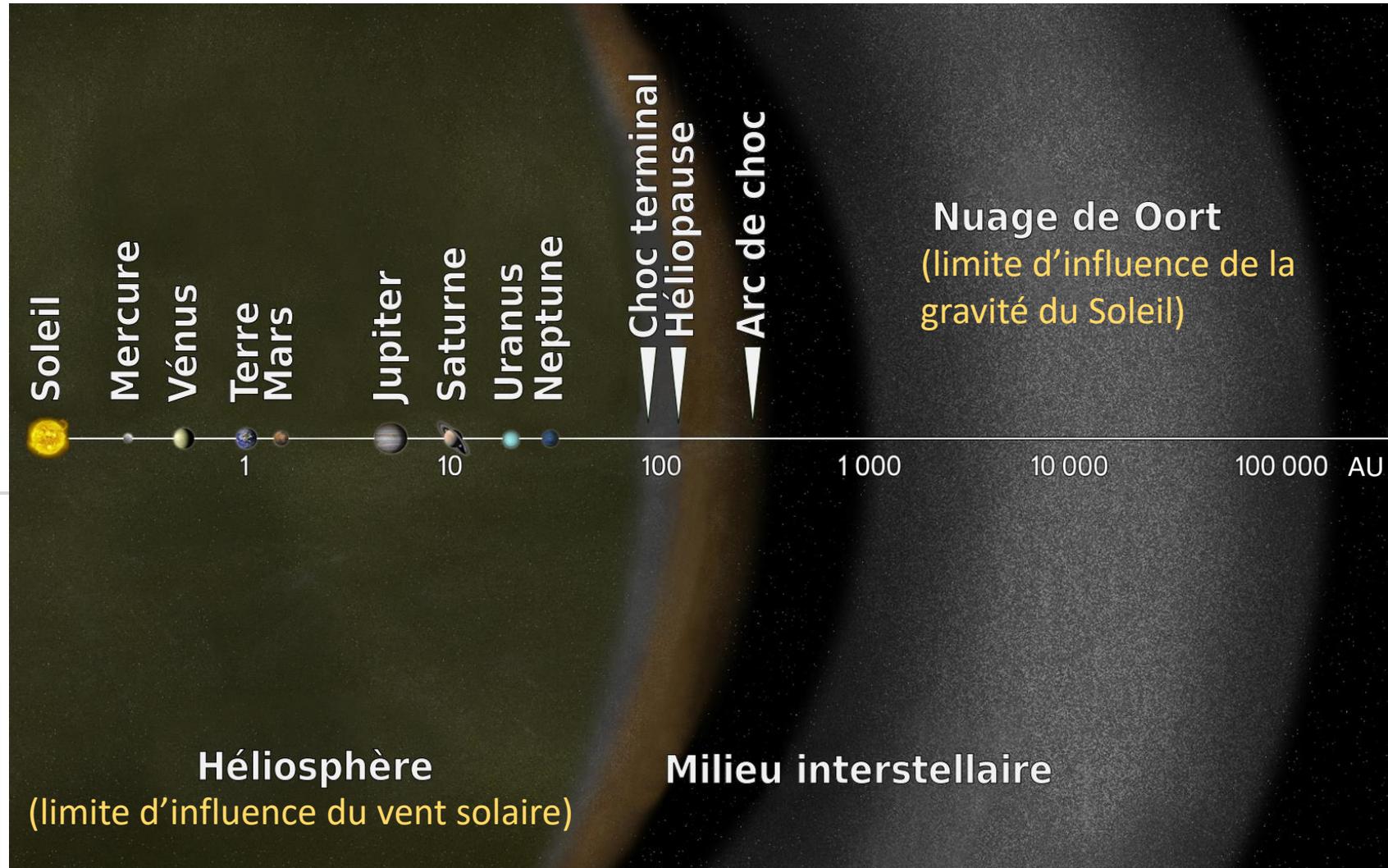
20 000 ans pour quitter l'héliosphère  
2 à 20 millions d'années pour sortir du nuage de Oort



30 ans pour quitter l'héliosphère (08/2012 en 35 ans)  
3 000 à 30 000 ans pour sortir du nuage de Oort



14h pour quitter l'héliosphère  
2 à 20 mois pour sortir du nuage de Oort

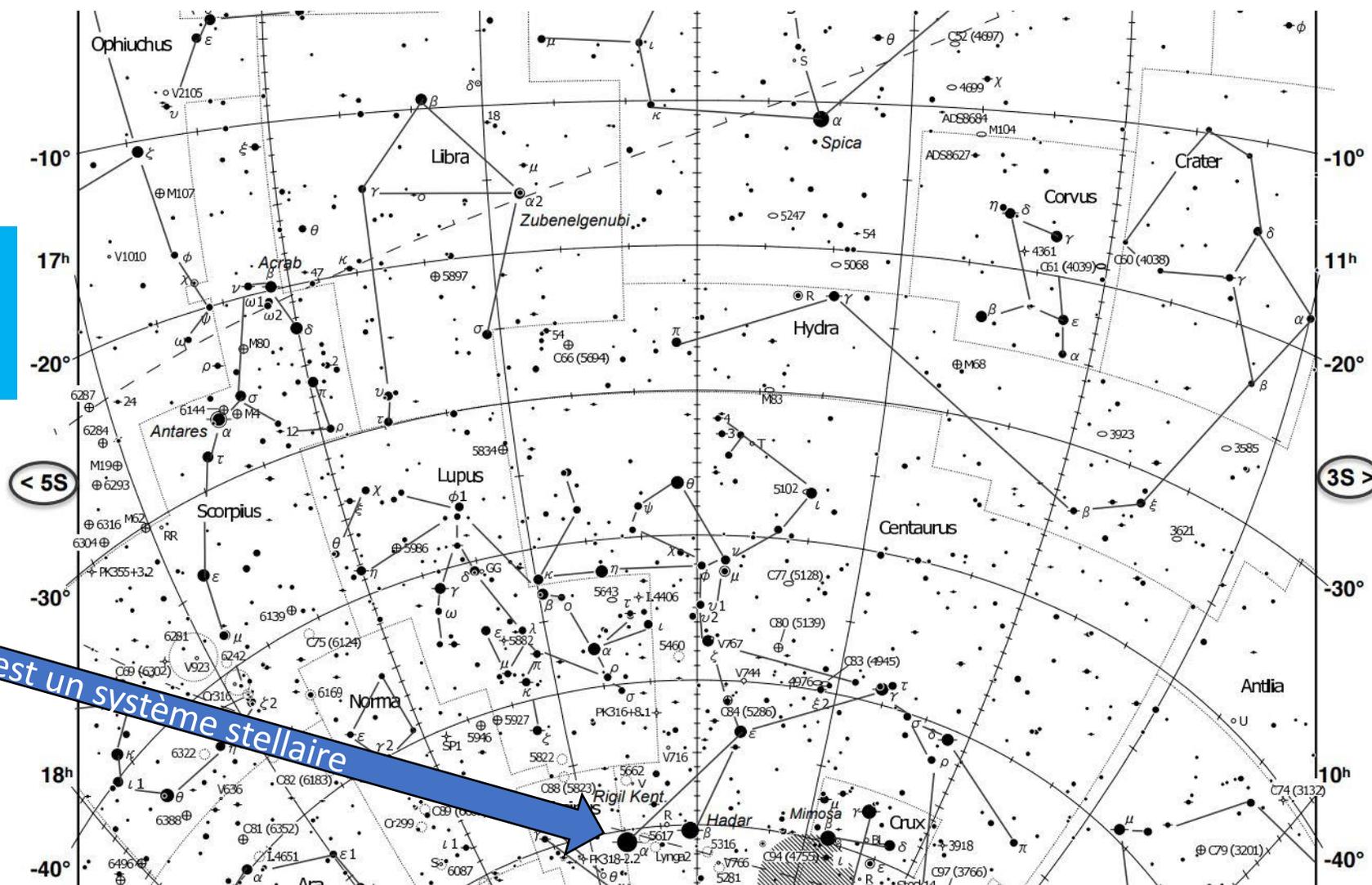


# Proxima du Centaure

L'étoile d'à côté !

Appelée aussi Alpha Centauri C, cette « voisine » se situe à :

- 4,24 al (années lumière)
- 253 000 UA
- 40 000 milliards de kms ( $4.10^{13}$ )



Alpha Centauri est un système stellaire

# Proxima du Centaure

L'étoile d'à côté !

- 4,24 al (années lumière)
- 253 000 UA \*
- 40 000 milliards de kms ( $4 \cdot 10^{13}$ )
- 1,3 pc (parsec) \*\*



50 millions  
d'années



75 000 ans

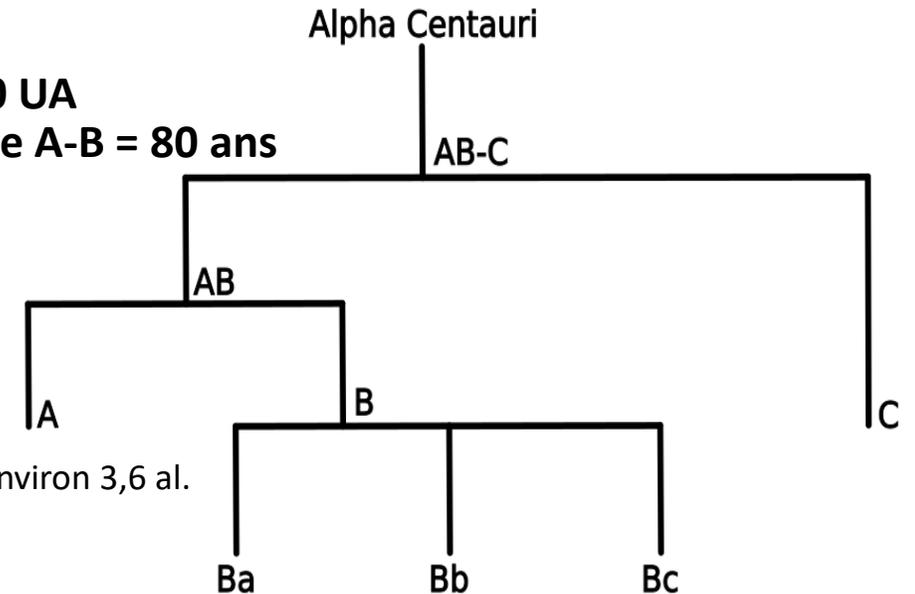
\* 1 al = 63240 UA

\*\* Parsec, de symbole pc est une unité de longueur, valant environ 3,6 al.  
(contraction de parallaxe-seconde, terme devenu obsolète)



Alpha Centauri est un système stellaire à composantes multiples

[AB] = 36 UA  
[AB-C] = 13 000 UA  
période orbitale A-B = 80 ans



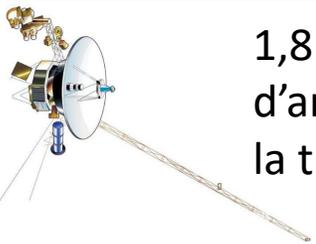
# La Voie Lactée, notre galaxie

100 à 400 milliards d'étoiles

- $\varnothing$  100 000 al (années lumière)
- 6,3 millions d' UA
- $1.10^{18}$  kms
- 28 000 pc (parsec)

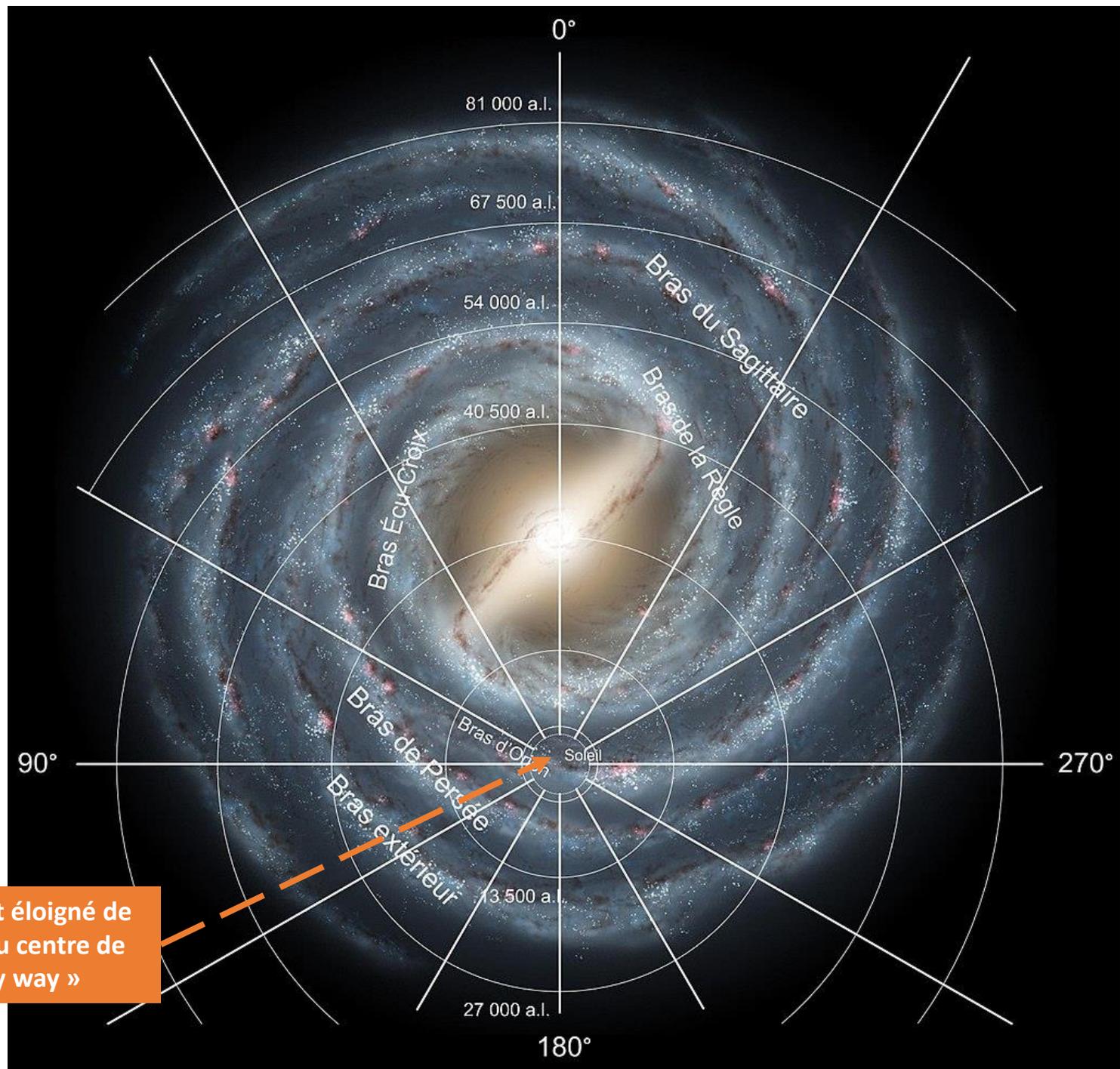


1,2 milliards  
d'années pour  
la traverser



1,8 millions  
d'années pour  
la traverser

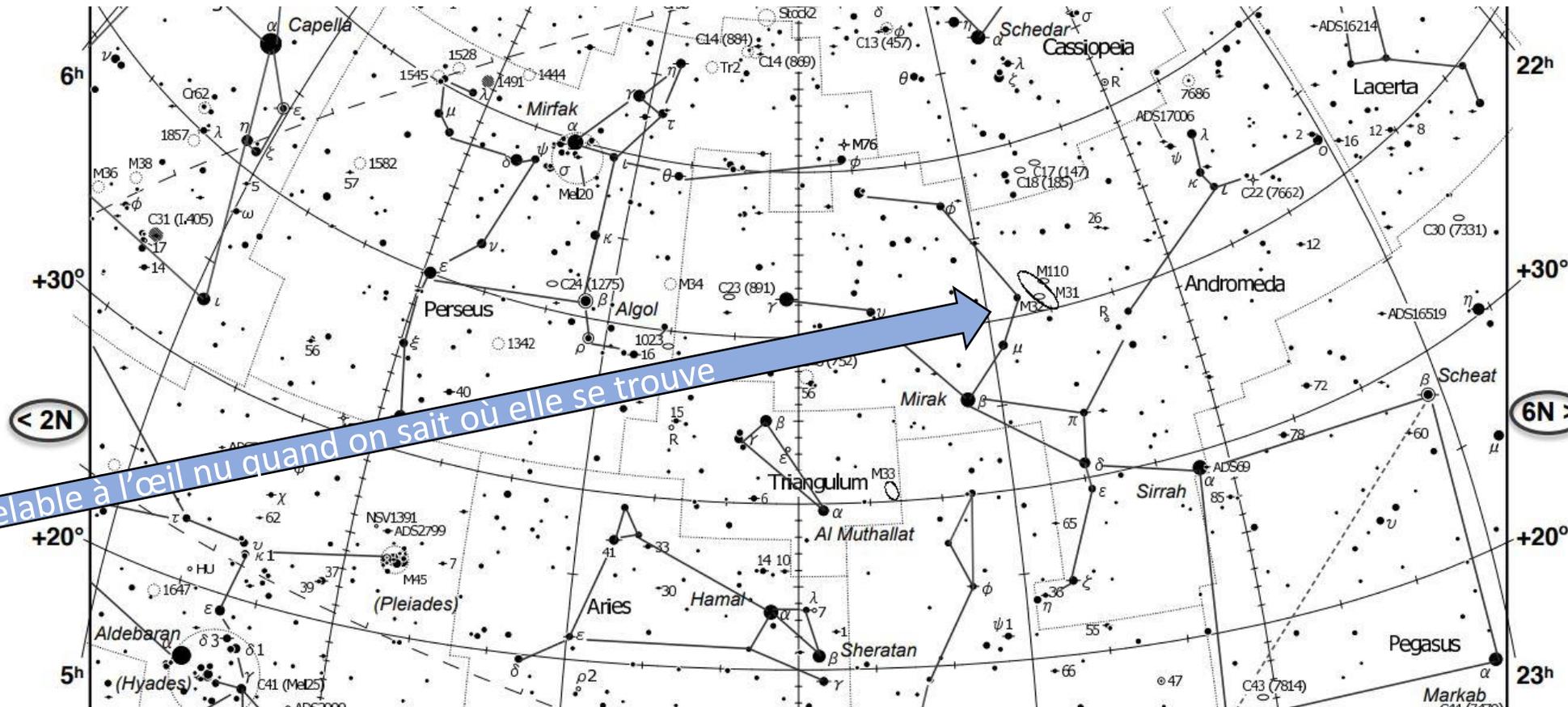
Le Soleil est éloigné de  
27000 al du centre de  
« Milky way »



# M31, Andromède

La galaxie d'à côté !

- 2,5 millions al
- 158 milliards d'UA
- $25 \cdot 10^{18}$  kms
- 695 000 pc (parsec)



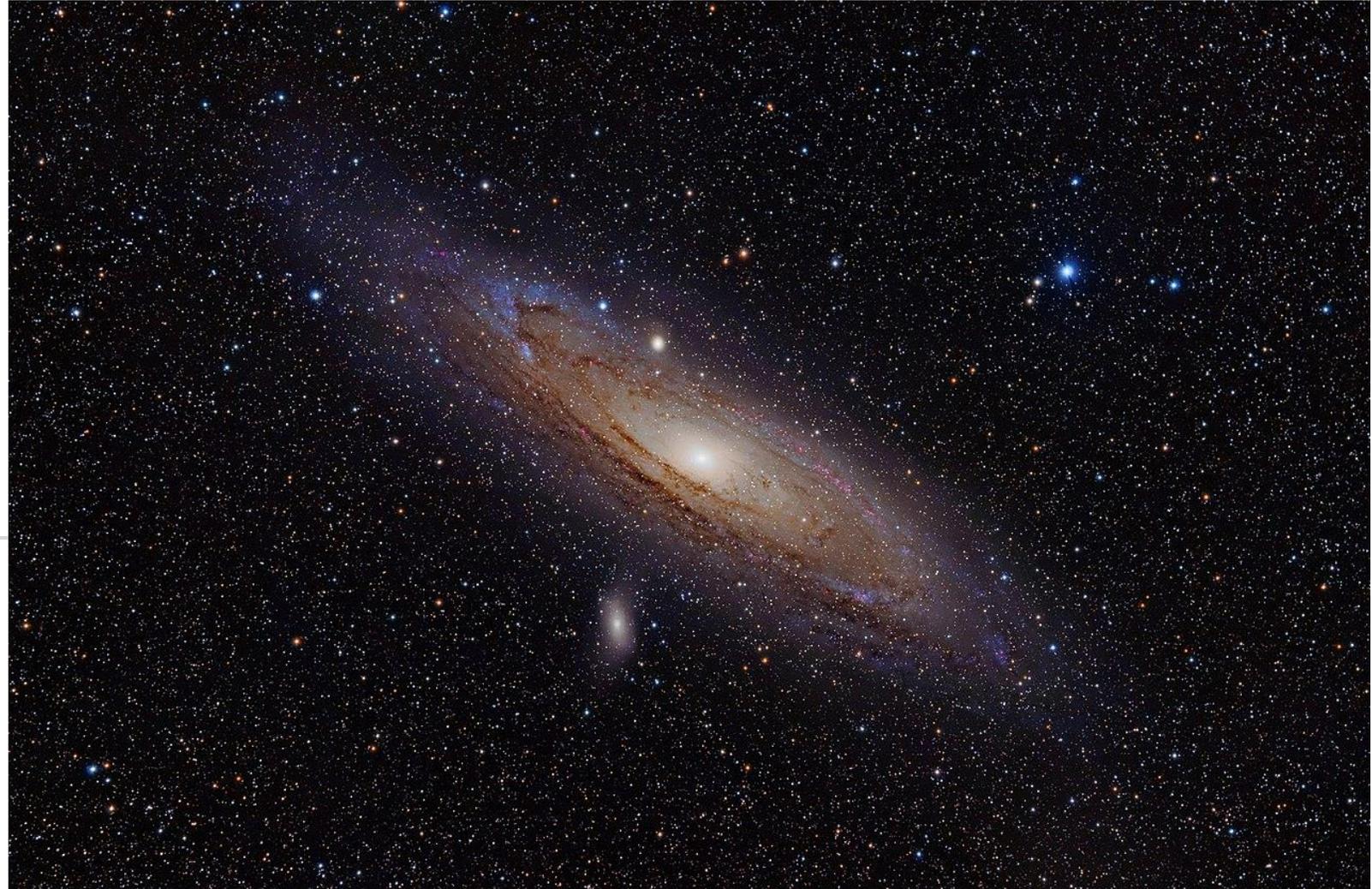
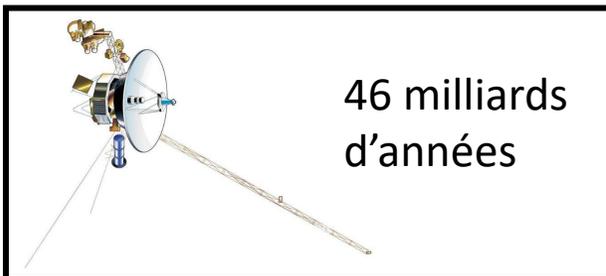
Décelable à l'œil nu quand on sait où elle se trouve

# M31, Andromède

La galaxie d'à côté ! \*

- 2,5 millions al (années lumière)
- 158 milliards d'UA
- $25 \cdot 10^{18}$  kms
- 695 000 pc (parsec)

On peut apercevoir cette galaxie à l'œil nu. Elle devient évidente dans une simple paire de jumelles. Elle est 2 à 5 fois plus grande que la Voie Lactée avec ses 1000 milliards d'étoiles estimés, étendue sur 200 000 al.



\* Exception faite des galaxies naines comme les nuages de Magellan, ou du Grand Chien (47000-200000 Al)

# M31, Andromède

La galaxie d'à côté ! \*

- 2,5 millions al (années lumière)
- 158 milliards d'UA
- $25 \cdot 10^{18}$  kms
- 695 000 pc (parsec)

Si loin, et pourtant si proche.  
Elle rentrerait en collision  
avec la Voie Lactée dans  
environ 4 milliards d'années.

Exemples de galaxies  
en interaction



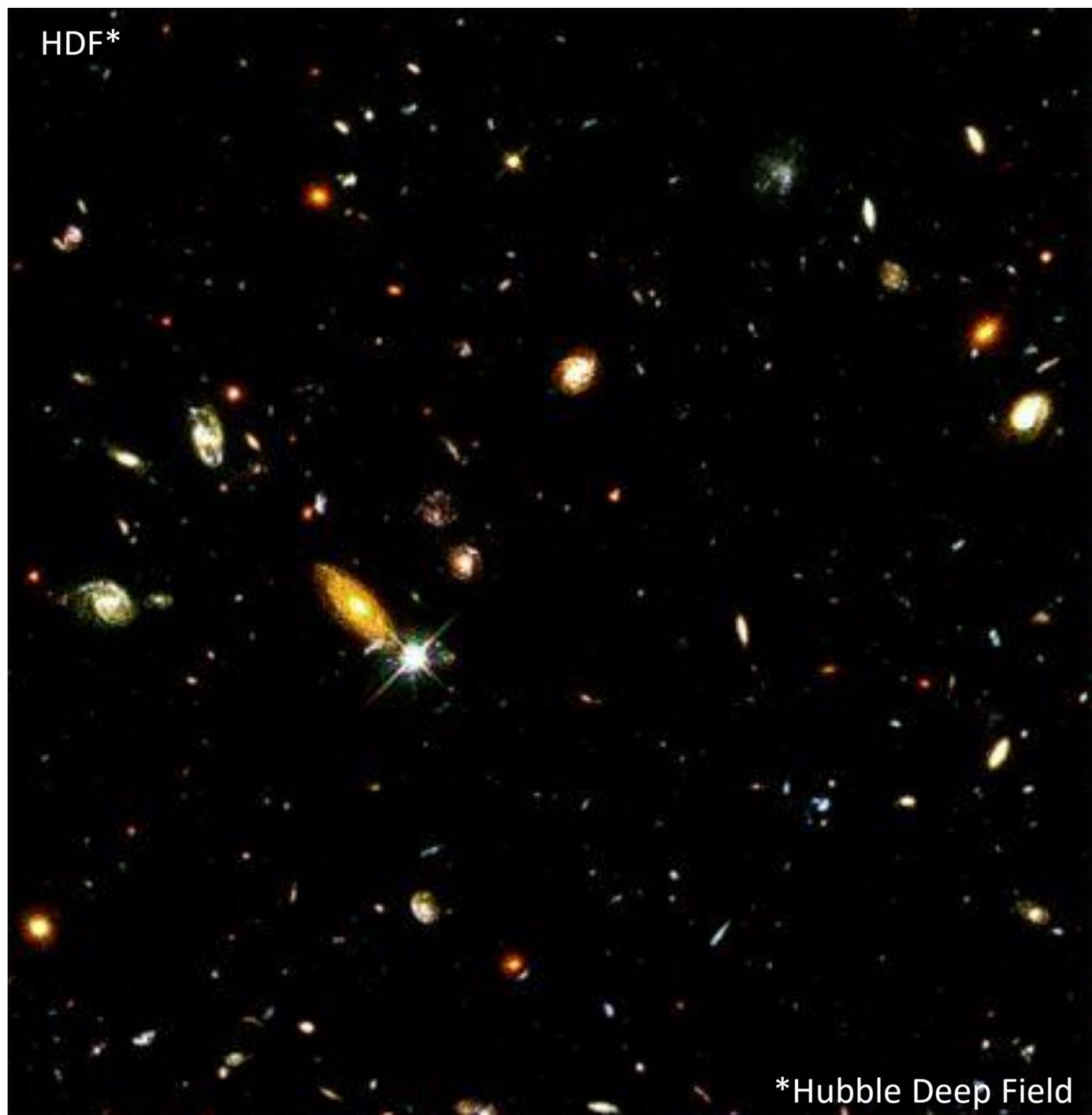
M51, environ 15 millions d'al

\* Exception faite des galaxies naines comme les nuages de Magellan, ou du Grand Chien (47000-200000 Al)

# Et après ?

## Jusqu'où voyons-nous ?

■ 8 à 10 milliards d'al \*



\*Hubble Deep Field

En décembre 1995, le télescope spatial Hubble révolutionne la perception que l'on a de l'Univers en dévoilant l'image ci-contre (détail, dans l'hémisphère nord).

Celle-ci correspond à un 30 millionième de la surface du ciel et pas moins de... 3000 galaxies la composent.

En extrapolant sur le reste de l'espace, l'univers visible contient des centaines de milliards de galaxies.

\* l'univers a un âge fini de 13,8 milliards d'années mais la formation d'étoiles (composant les galaxies visibles) aurait culminé il y a 8 à 10 milliards d'années selon certains analystes.

# Et après ?

Jusqu'où voyons-nous ?

■ 8 à 10 milliards d'al



Télescope spatial Hubble

## Données générales

Organisation	NASA et ESA (15 %)
Programme	Grands observatoires
Domaine	Astronomie
Statut	Opérationnel
Lancement	24 avril 1990 (33 ans)
Désorbitage	2030-2040
Identifiant COSPAR	1990-037B <a href="#">↗</a>
Site	<a href="http://www.hubblesite.org/">www.hubblesite.org/</a> <a href="#">↗</a>

## Caractéristiques techniques

Masse au lancement 11 000 kg

## Orbite

Orbite	Basse
Altitude	590 km
Période	96 à 97 min
Inclinaison	28.5°
Orbites	~ 168 400 au 14 mars 2021

## Télescope

Type	Ritchey-Chréien
Diamètre	2,40 m
Focale	57,60 m
Longueur d'onde	Visible, ultraviolet, proche infrarouge (115-2 500 nm <sup>1</sup> )

En 1998, des prises de vue sur d'autres régions du ciel de l'hémisphère sud confirmeront les premières analyses. La vue ci-contre, HUDF d'une autre région du ciel, sortie en 2004, enfoncera le clou.



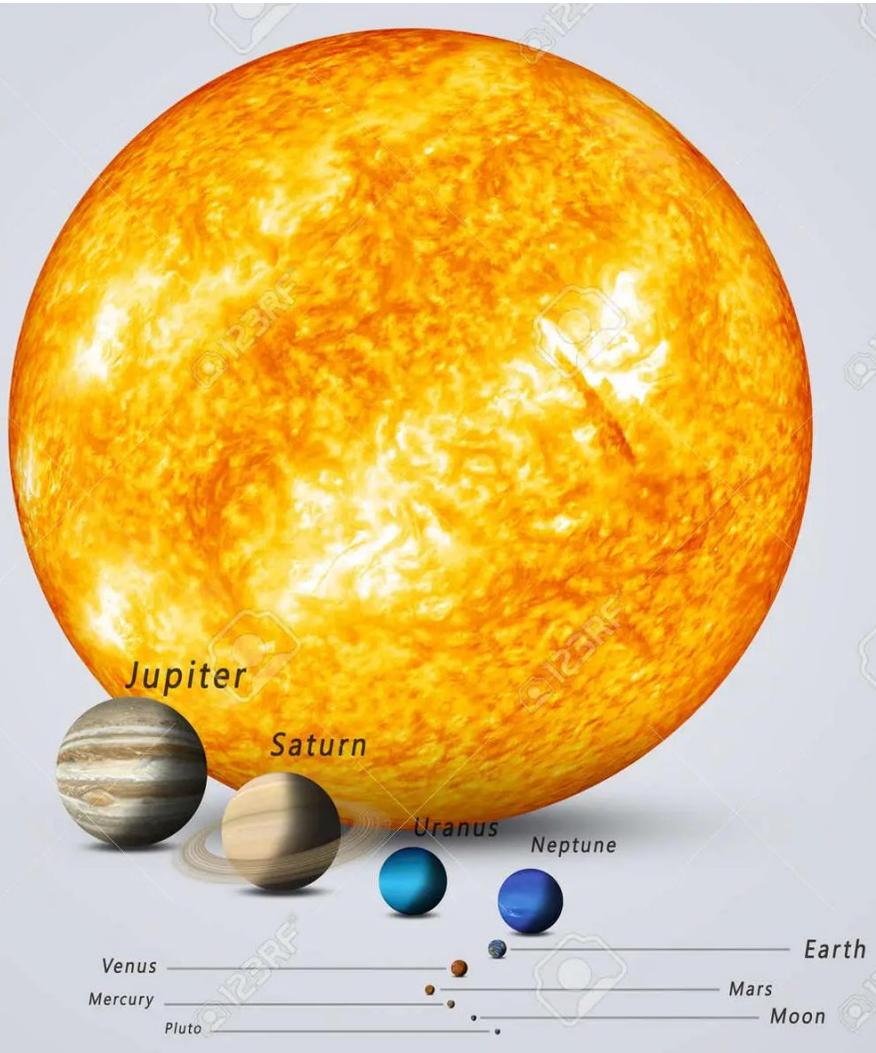
**Hubble Ultra Deep Field**  
Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys

# Récap'

## 1 – Les véritables dimensions

Objet	Distance	Taille
Soleil	Au centre	1 390 000 kilomètres
Mercure	57 910 000 kilomètres	4 880 kilomètres
Vénus	108 200 000 kilomètres	12 104 kilomètres
Terre	149 600 000 kilomètres	12 756 kilomètres
Lune	385 000 km de la Terre	3 476 kilomètres
Mars	227 094 000 kilomètres	6 794 kilomètres
Jupiter	778 430 000 kilomètres	142 984 kilomètres
Saturne	1 429 400 000 kilomètres	120 536 kilomètres
Uranus	2 870 990 000 kilomètres	51 100 kilomètres
Neptune	4 504 000 000 kilomètres	49 532 kilomètres
Pluton	5 913 520 000 kilomètres	2 274 kilomètres
·	·	·
Système solaire	·	20 milliards de kilomètres
Proxima du Centaure	·	4,3 années-lumière
La Voie lactée	·	100 000 années-lumière
Andromède	·	2,5 millions d'années-lumière
L'Univers (observable).	·	13,8 milliards d'al

=> La taille « géométrique » de l'univers est évaluée à 93 milliards d'al



# Récap'

## 2 – Le Système solaire à l'échelle d'une ville

Objet	Distance	Taille
Soleil	Au centre	1,4 mètre (gros ballon)
Mercure	58 mètres	0,5 cm (un pois)
Vénus	108 mètres	1,2 cm (un raisin)
Terre	150 mètres	1,3 cm (un raisin)
Lune	38 cm de la Terre	0,35 cm (un petit pois)
Mars	227 mètres	0,7 cm (un bleuet)
Jupiter	$\frac{3}{4}$ km	14 cm (un pamplemousse)
Saturne	$1\frac{1}{2}$ km	12 cm (un pamplemousse)
Uranus	3 km	5 cm (une orange)
Neptune	4,5 km	5 cm (une orange)
Pluton	6 km	0,2 cm (une graine)
· · ·	·	·
Système solaire	·	20 km de diamètre (taille d'une ville)
Proximadu Centaure	·	À 40 000 km de nous (orbite géostationnaire)
La Voie lactée	·	1 milliard de km de diamètre (superficie orbite Jupiter)
Andromède	·	À 20 milliards de km de nous (taille du système solaire)
L'Univers	·	150 mille milliards km de diamètre (30 al)



# Récap'

## Tableaux récapitulatifs

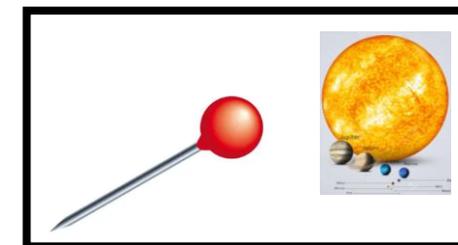
### 3 – Le Système solaire à l'échelle d'une fourmilière

Objet	Taille
Système solaire	1 mètre de diamètre
Proxima du Centaure	À 2 kilomètres de nous
La Voie lactée	47 000 kilomètres de diamètre
Andromède	À 1 million de kilomètres de nous
L'Univers	15 milliards de kilomètres de diamètre



### 4 – Le Système solaire à l'échelle d'une tête d'épingle

Objet	Taille
Système solaire	1 millimètre de diamètre
Proxima du Centaure	À 2 mètres de nous
La Voie lactée	47 kilomètres de diamètre
Andromède	À 1 000 kilomètres de nous
L'Univers	15 millions de kilomètres de diamètre





La lumière, dont la vitesse est notée  $C$ ,  
équivalent à 299 792 458 m/s, soit 300 000 km/s  
Soit environ 1 milliard de km/h

# Nos vaisseaux spatiaux

Voyager 1  
17 km/s  
60000 km/h



Vitesse de croisière : 90 km/h



Renault 4 GTL 1983

- Moteur : 4 cylindres en ligne, 1 108 cm<sup>3</sup>
- Alimentation : carburateur
- Suspension : bras superposés, barres de torsion (AV) ; bras tirés, barres de torsion (AR)
- Transmission : boîte 4 manuelle, traction
- Puissance : 34 ch à 4 000 tr/mn
- Couple : 74 Nm à 2 500 tr/mn
- Poids : 720 kg
- Vitesse maxi : 121 km/h (donnée constructeur)
- 1 000 m DA : 41,3 secondes (donnée constructeur)

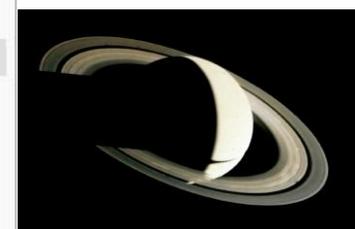
**Plus de 8 millions d'exemplaires  
construits entre 1961 et 1994**

Données générales	
Organisation	NASA
Constructeur	JPL
Programme	Programme Voyager
Domaine	Étude de Jupiter, Saturne, de leurs lunes et du milieu interstellaire
Type de mission	Survols
Statut	En activité
Lancement	5 septembre 1977 (45 ans, 8 mois et 18 jours)
Lanceur	Titan IIIE/Centaur
Identifiant COSPAR	1977-084A <a href="#">↗</a>
Protection planétaire	Catégorie II <sup>1</sup>
Site	<a href="http://voyager.jpl.nasa.gov/">http://voyager.jpl.nasa.gov/</a> <a href="#">↗</a>

Principaux jalons	
Lancement	5 septembre 1977
Survols de Jupiter	5 mars 1979
Survols de Saturne	10 novembre 1980
Passage du Choc terminal	16 décembre 2004
Sortie de l'Héliosphère	25 août 2012
Distance par rapport au Soleil	23 291 672 209 km au 5 mars 2022 à 19 h 15
Distance par rapport à la Terre	23 296 728 922 km au 5 mars 2022 à 19 h 15

Caractéristiques techniques	
Masse au lancement	721,9 kg
Masse instruments	105 kg
Masse ergols	90 kg
$\Delta v$	143 m/s
Contrôle d'attitude	Stabilisé 3 axes
Source d'énergie	3 x Générateurs thermoélectriques à radioisotope
Puissance électrique	470 watts (au lancement)

Principaux instruments	
ISS	Caméras
IRIS	Spectromètre infrarouge
UVS	Spectromètre ultraviolet
CRS	Analyse rayons cosmiques
LECP	Particules à faible énergie
PPS	Photopolarimètre
PRA	Récepteur ondes de plasma
PLS	Détecteur de plasma
PWS	Récepteur ondes de plasma
RSS	Radio science
MAG	Magnétomètre



# Pour finir ...

Millions, milliards, on s'y perd et on ne sait pas très bien ce que ça veut dire

1 million de secondes = 11,5 jours

1 milliard de secondes = 31 ans et 8 mois

... **Merci**