

# Tailles et distances dans la Système Solaire

Ou pourquoi nous devons  
garder la Terre habitable?

**Isabelle Vauglin**

CRAL - Observatoire de Lyon



Aller sur une exoplanète:  
quelle distance faudra-t'il parcourir?

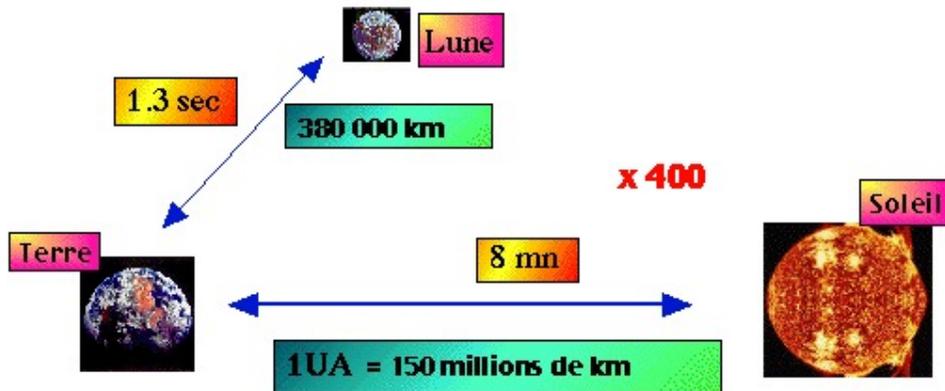
Illustration

**Isabelle Vauglin**

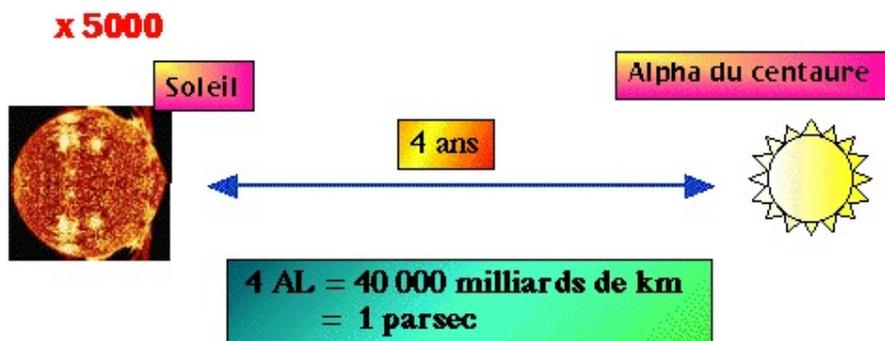
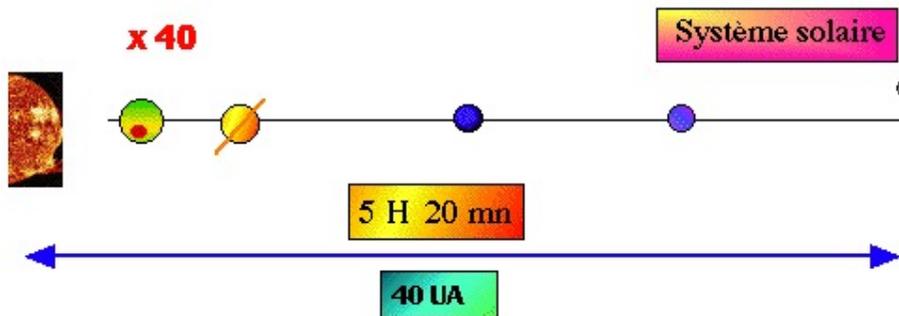
CRAL - Observatoire de Lyon

Isabelle Vauglin - Stage DFIE - mars 2022

## DES DISTANCES ... ASTRONOMIQUES !



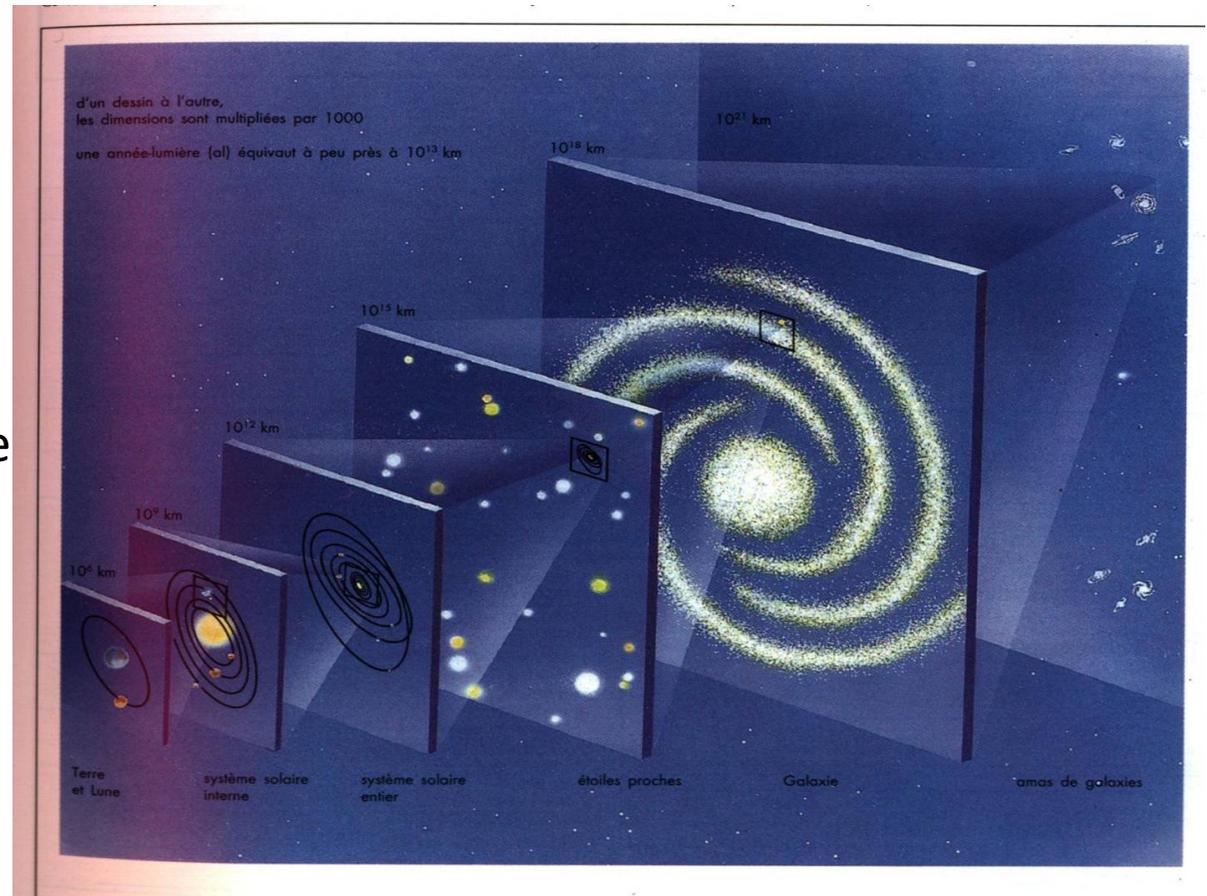
<i>Lune</i>	Distance	1,28 s
<i>Soleil</i>	Distance	8 min 20s
<i>Système solaire</i>	Rayon	5h 30 min
<i>Étoiles proches</i>	Distance	4,3 années pour la plus proche
<i>Galaxie</i>	Diamètre	100 000 années
<i>Groupe local</i>	Distance	2,5 millions d'années
<i>Superamas local</i>	Distance	50 millions d'années
<i>Univers</i>	Rayon	13,7 milliards d'années



## Aperçu des distances dans l'univers

# Notre adresse

- Planète: Terre
- Etoile: Soleil (3ème orbite)
- Galaxie: Voie Lactée (entre les bras du Sagittaire-Carène et de Persée)
- Groupe: Groupe Local
- Superamas: Laniakea



# ***Maquette du Système Solaire: échelle des tailles et des distances***

Il est difficile de prendre conscience des tailles et des distances auxquelles font appel les astronomes quand ils parlent de l'univers.

Nous allons utiliser une maquette facile à réaliser du Système Solaire utilisant ***la même échelle pour la taille des planètes et leur distance au Soleil.***

Une valeur d'échelle très simple a été choisie:  **$10^{-10}$**

→ Diamètre du **Soleil = 14 cm** à cette échelle

→ Calcul mental facile à faire

# ***Maquette du Système Solaire: échelle des tailles et des distances***

Objet	diamètre		Distance au Soleil	
	réel	réduit	réelle	réduite
Soleil	1,4 millions km		0	0
Mercure	4 879 km		58 millions km	
Vénus	12 400 km		108 millions km	
Terre	12 800 km		150 millions km	
Mars	6 794 km		220 millions km	
Jupiter	142 984 km		780 millions km	
Saturne	120 536 km		1 427 millions km	
Uranus	51 118 km		2 870 millions km	
Neptune	49 492 km		4 497 millions km	
<b>Proxima Centauri</b>			4.2 al	

# Unités de mesure des distances

Année-lumière:

distance que parcourt  
la lumière en 1 an

$$1 \text{ a.l.} = 9.46 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

( $\approx$  dix mille milliards de km)

$$1 \text{ al} = 63\,241 \text{ ua}$$

Sous-multiples:

$$\text{heure-lumière: } 1.08 \cdot 10^9 \text{ km}$$

$$\text{jour-lumière: } 26 \cdot 10^9 \text{ km}$$

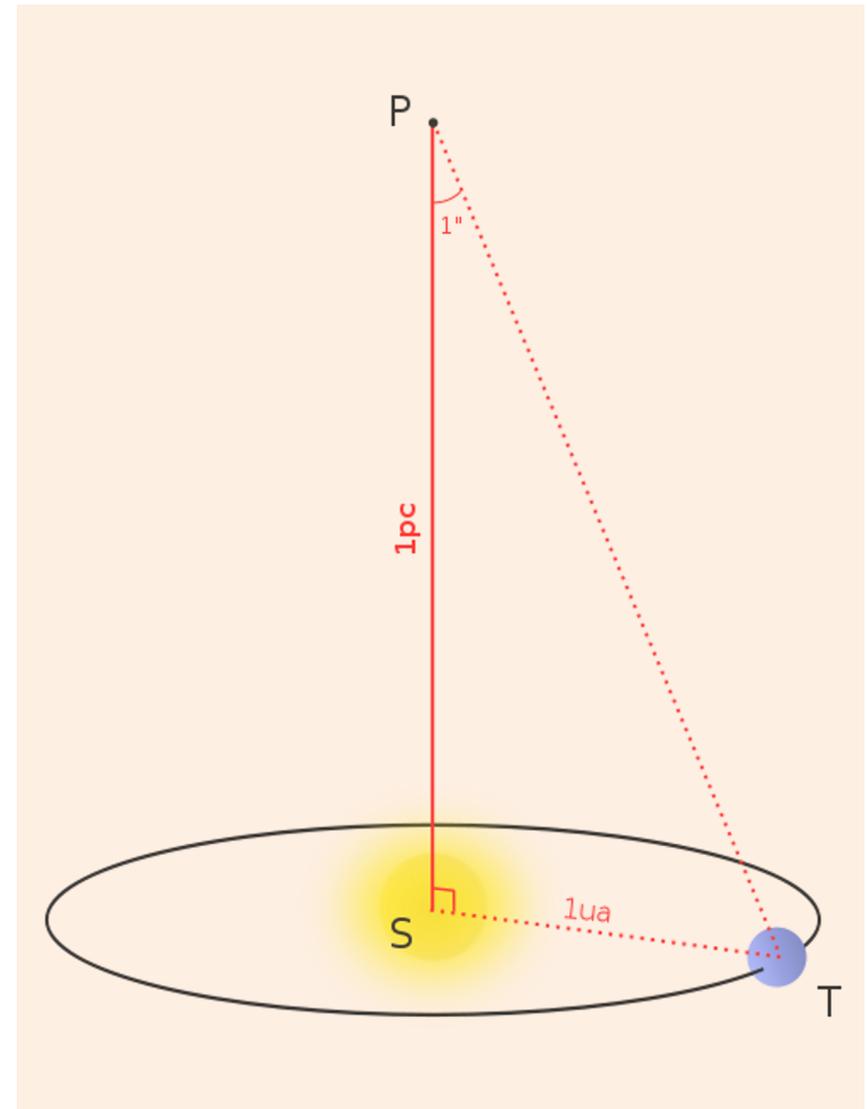
Parsec:

$$1 \text{ pc} = 3.09 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

$$1 \text{ pc} = 3.26 \text{ a.l.}$$

$$1 \text{ pc} = 1 / \tan(1'') = 206\,265 \text{ ua}$$

Multiples: Kpc, Mpc



# ***Maquette du Système Solaire: échelle des tailles et des distances***

Objet	diamètre		Distance au Soleil	
	réel	réduit	réelle	réduite
Soleil	1,4 millions km	14 cm	0	0
Mercure	4 879 km	0.5 mm	58 millions km	5.8 m
Vénus	12 400 km	1.2 mm	108 millions km	11 m
Terre	12 800 km	1.3 mm	150 millions km	15 m
Mars	6 794 km	0.7 mm	220 millions km	22 m
Jupiter	142 984 km	14 mm	780 millions km	78 m
Saturne	120 536 km	12 mm	1 427 millions km	143 m
Uranus	51 118 km	5 mm	2 870 millions km	287 m
Neptune	49 492 km	5 mm	4 497 millions km	450 m
<b>Proxima Centauri</b>			4.2 al	4 000 km

## **Pour compléter la maquette:**

- si les lieux disponibles ne permettent pas de placer toutes les planètes, on peut faire tracer aux élèves des cercles concentriques de rayons adéquats sur plans ou cartes centrées sur l'école afin de se représenter la position des planètes les plus lointaines:

<https://www.geoportail.gouv.fr>

- Faire travailler les élèves sur chaque planète et le Soleil pour construire une fiche d'informations pour chacun (voir exemple ci-après)
- En réfléchissant à la distance à laquelle se situe l'étoile la plus proche du Soleil, est-il raisonnable de penser que si la Terre devient inhabitable, les humains iront sur une exoplanète?

# ***Maquette du Système Solaire: échelle des tailles et des distances***

Qu'est-ce que l'Humanité a déjà parcouru?

Sondes Voyager 1 et 2 ( lancées en été 1977)

<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/>

Et New Horizons (janvier 2006, survol Pluton 14 juillet 2015)

**Voyager 1**: est à  $155.69 \text{ ua} = ?? (23.35 \cdot 10^9 \text{ km})$   
à la vitesse de  $61198 \text{ km/h} = 17 \text{ km/s}$

**New Horizons**: est à  $8 \cdot 10^9 \text{ km}$   
à la vitesse de  $13.9 \text{ km/s}$

# Maquette du Système Solaire: échelle des tailles et des distances

Objet	diamètre		Distance au Soleil	
	réel	réduit	réelle	réduite
Soleil	1,4 millions km	14 cm	0	0
Mercure	4 879 km	0.5 mm	58 millions km	5.8 m
Vénus	12 400 km	1.2 mm	108 millions km	11 m
Terre	12 800 km	1.3 mm	150 millions km	15 m
Mars	6 794 km	0.7 mm	220 millions km	22 m
Jupiter	142 984 km	14 mm	780 millions km	78 m
Saturne	120 536 km	12 mm	1 427 millions km	143 m
Uranus	51 118 km	5 mm	2 870 millions km	287 m
Neptune	49 492 km	5 mm	4 497 millions km	450 m
Proxima Centauri			4.2 al	4 000 km
Voyager 1 (1977)			152 ua	2.3 km 🤔
New Horizon (2006)			53 ua	800 m 🤔

# Maquette du Système Solaire: échelle des tailles et des distances

Objet	diamètre		Distance au Soleil	
	réel	réduit	réelle	réduite
Proxima Centauri			4.2 al	4 000 km
Voyager 1 (1977)			<b>152 ua</b>	<b>2.3 km</b> 😞
New Horizon (2006)			<b>53 ua</b>	<b>800 m</b> 😞

À la vitesse de 17 km/s, combien de temps faut-il pour atteindre Proxima Centauri?

$$2353.10^9 \text{ s} = ?$$

$$2353.10^9 \text{ s} = 74900 \text{ ans}$$

**NOUS N'AVONS PAS DE PLANETE B**

# Réalisation de la maquette:

Pour représenter le Soleil: un ballon lourd (pour éviter qu'il ne serve de ballon de jeu!), jaune de 15 cm de diamètre (exemple de notre maquette : Heavy 15cm chez Gymnic),

pour les planètes telluriques: des billes de roulements à billes et pour les planètes géantes, des billes agates adaptées.

Astuce: placer les planètes dans une petite boîte transparente pour ne pas les perdre!

Faire des fiches d'information sur chaque planète (exemples ci-après)

# Notre maquette du Système Solaire



Ballon-Soleil et son cortège de billes-planètes à l'échelle  $10^{-10}$

# Le Soleil est l'étoile située au centre de notre Système Solaire.



C'est une boule de gaz composée à 74% d'hydrogène et à 25% d'hélium.

Il fait une rotation sur lui-même en 25 jours terrestres.

Sa température est de 15 millions de degrés au centre et de 6100° C en surface.

Il est âgé de 4,5 milliard d'années et il lui reste 5,5 milliard d'années d'existence.

Distance réelle: 0 km  
Distance réduite: 0 m

Taille réelle: 1 392 000 km  
Taille réduite: 13,92 cm

**Vénus**, dont le surnom est l'Etoile du Berger, est en réalité l'une des 4 planètes telluriques du Système Solaire.



Elle possède une atmosphère très épaisse composée à 96% de CO<sub>2</sub> (le reste est composé essentiellement d'azote et de soufre).

Elle fait une révolution autour du Soleil en 225 jours terrestres et une rotation sur elle-même en 243 jours terrestres. Elle tourne sur elle-même dans le sens des aiguilles d'une montre, donc le soleil se lève à l'ouest et se couche à l'est .

Sa température moyenne est de 462° C (à cause de l'effet de serre).

**Distance réelle: 108 millions de km**

**Distance réduite: 10,80 m**

**Taille réelle: 12 104 km**

**Taille réduite: 1,21 mm**

# Neptune est la dernière planète du système solaire.



C'est une gazeuse de couleur bleue (à cause de la composition des couches supérieures de son atmosphère).

Son atmosphère est composée à 80% d'hydrogène, à 19% d'hélium et à 1% de méthane.

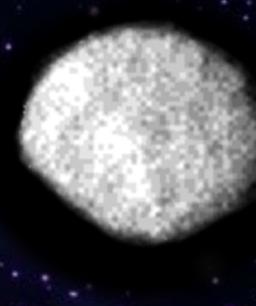
Elle fait une révolution autour du Soleil en 164,8 années terrestres et une rotation sur elle-même en 16 h 02 min.

Sa température moyenne est de  $-218^{\circ}\text{C}$ .

Elle possède 5 anneaux, photographiés en 1989 par la sonde Voyager II, ainsi que 13 satellites.



**Triton**



**Larissa**



**Protée**

Distance réelle: 4 497 millions de km

Distance réduite: 449,7 m

Taille réelle: 49 492 km

Taille réduite: 4,95 mm