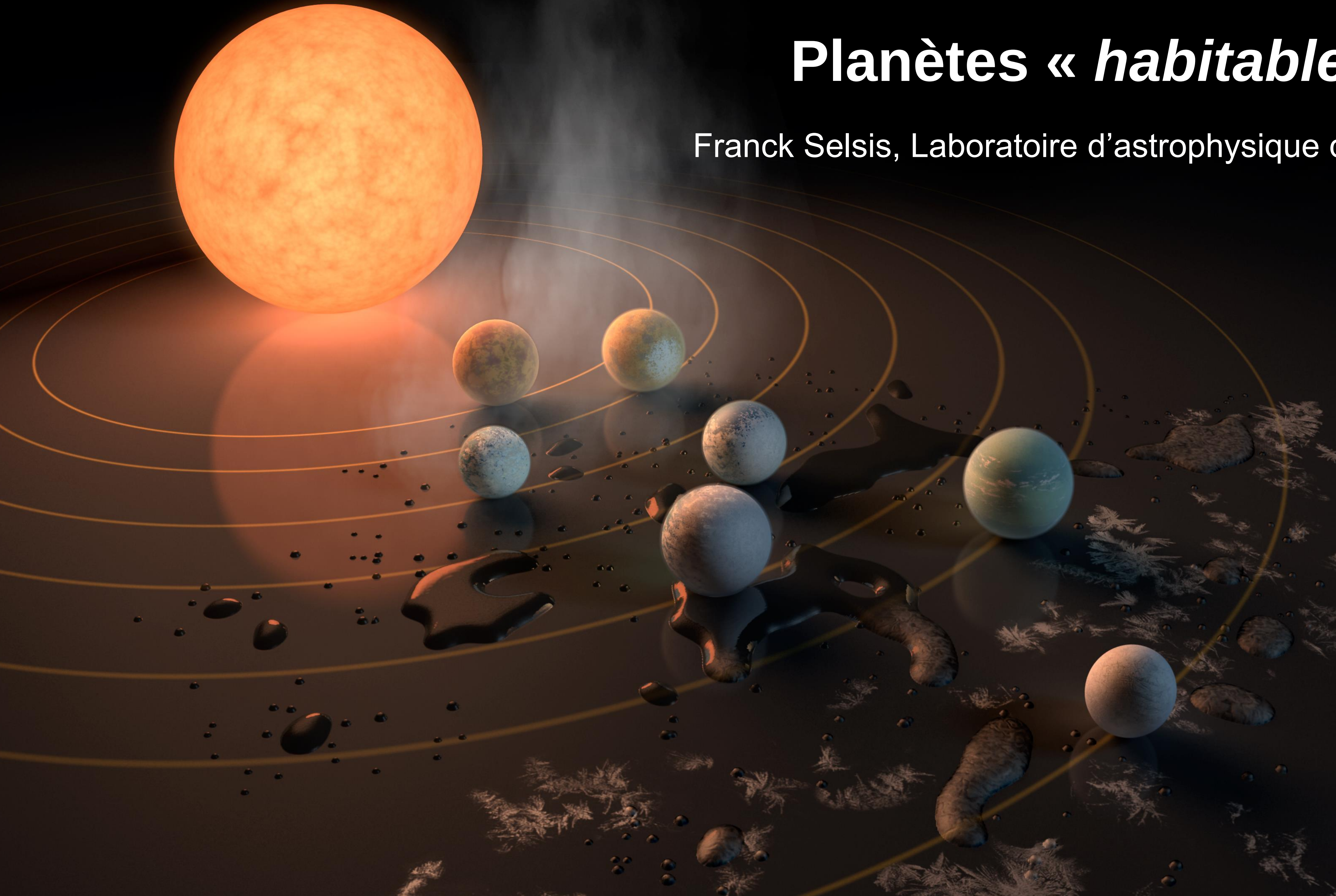
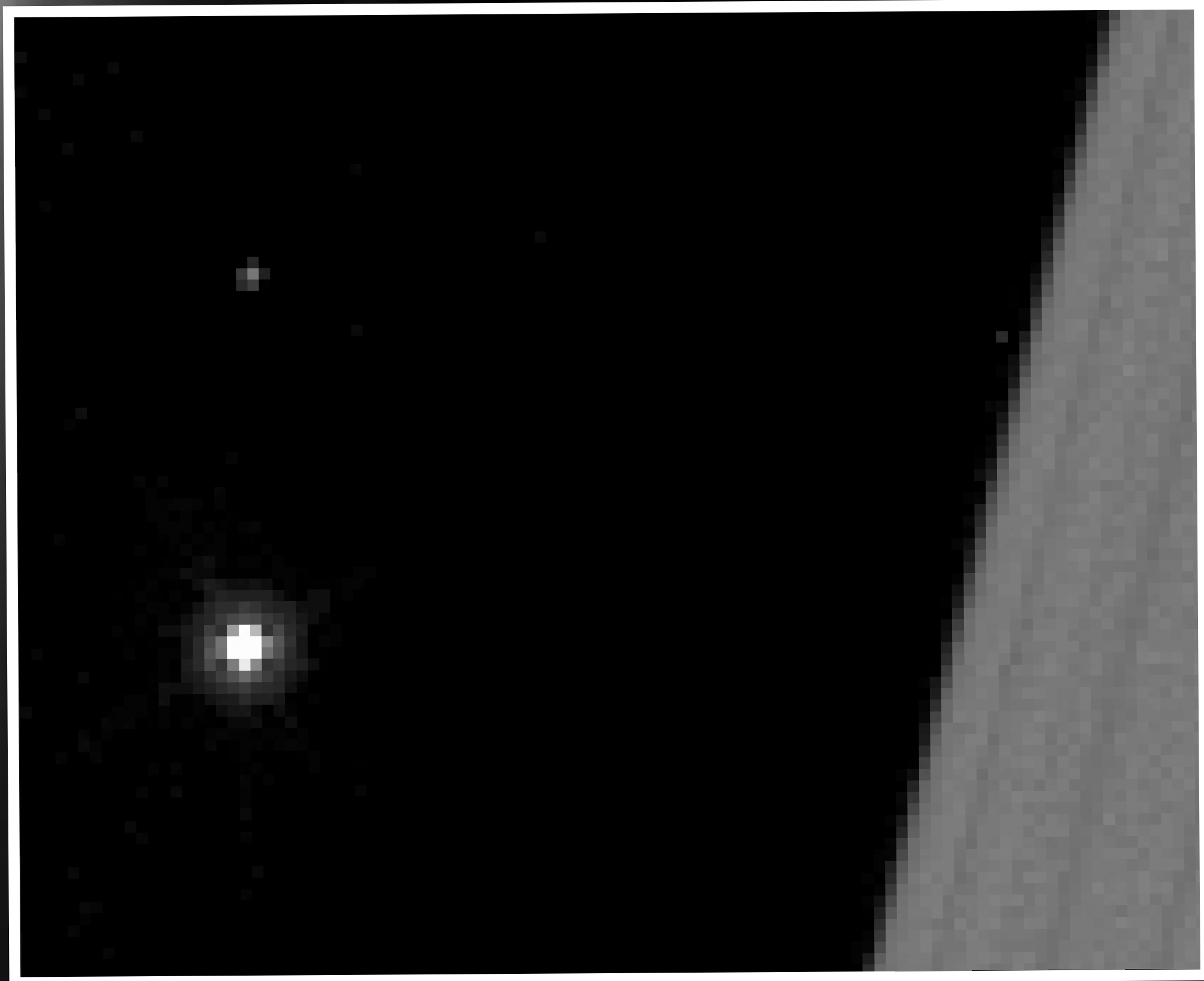


Planètes « *habitables* »

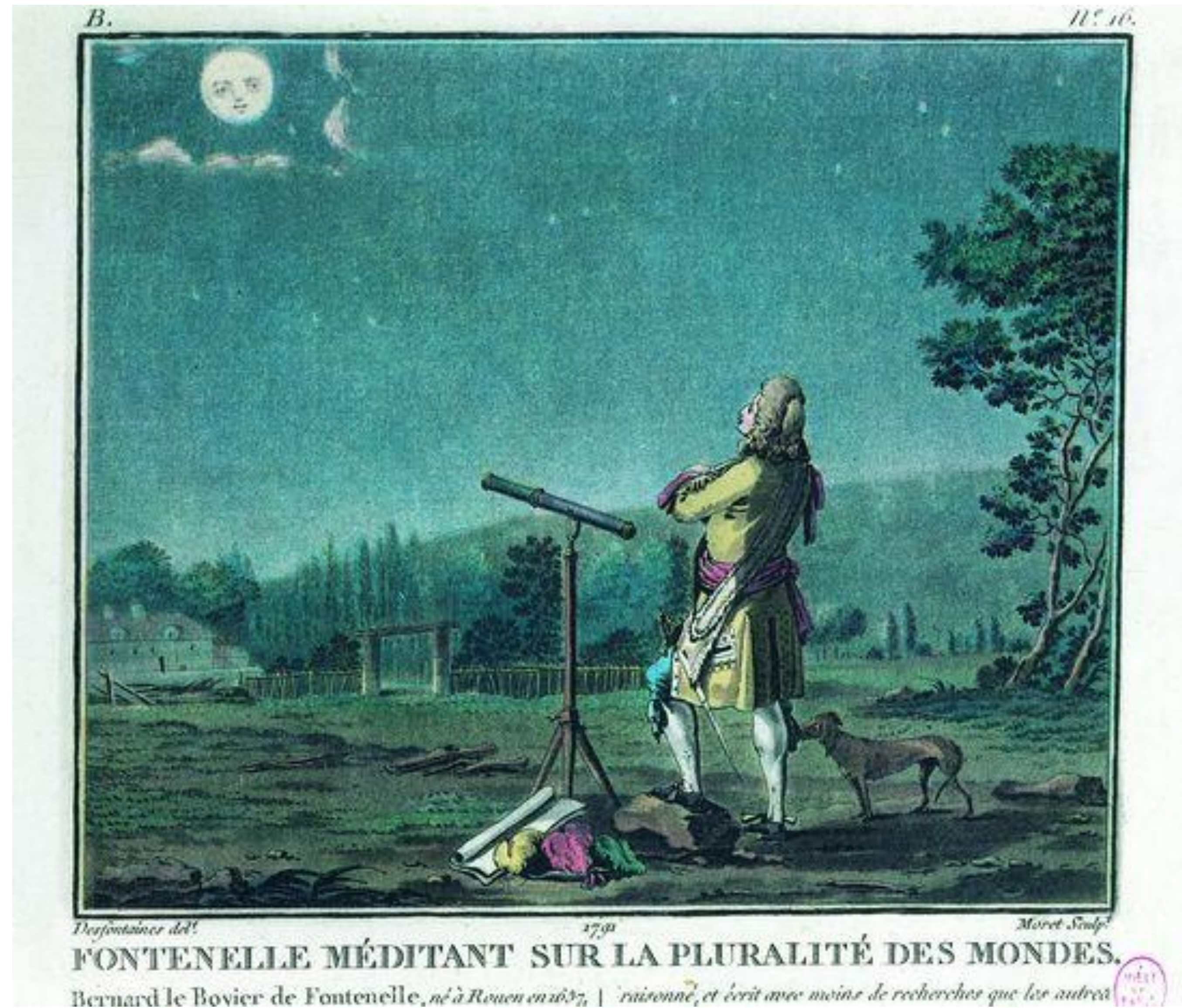
Franck Selsis, Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux



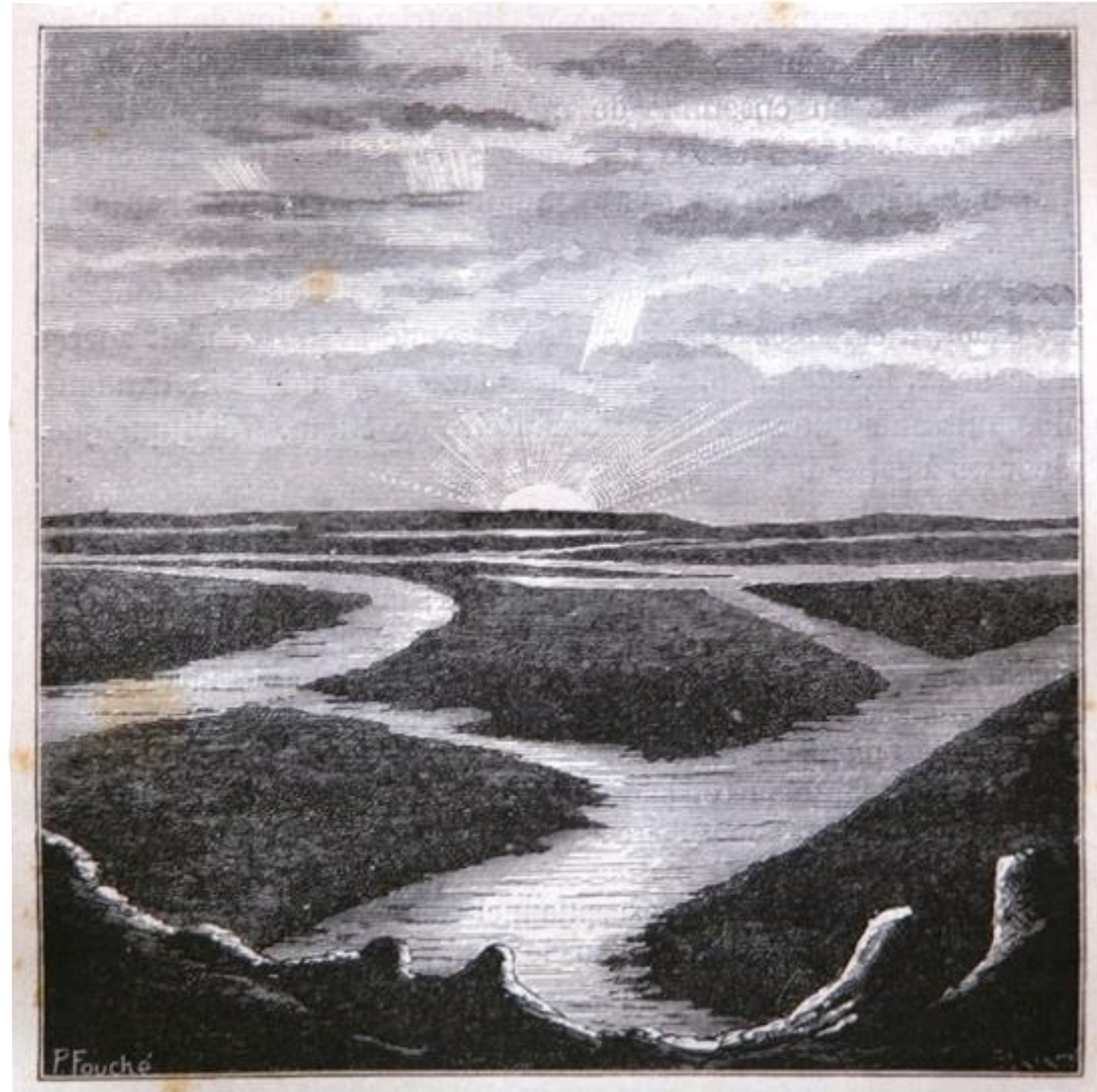
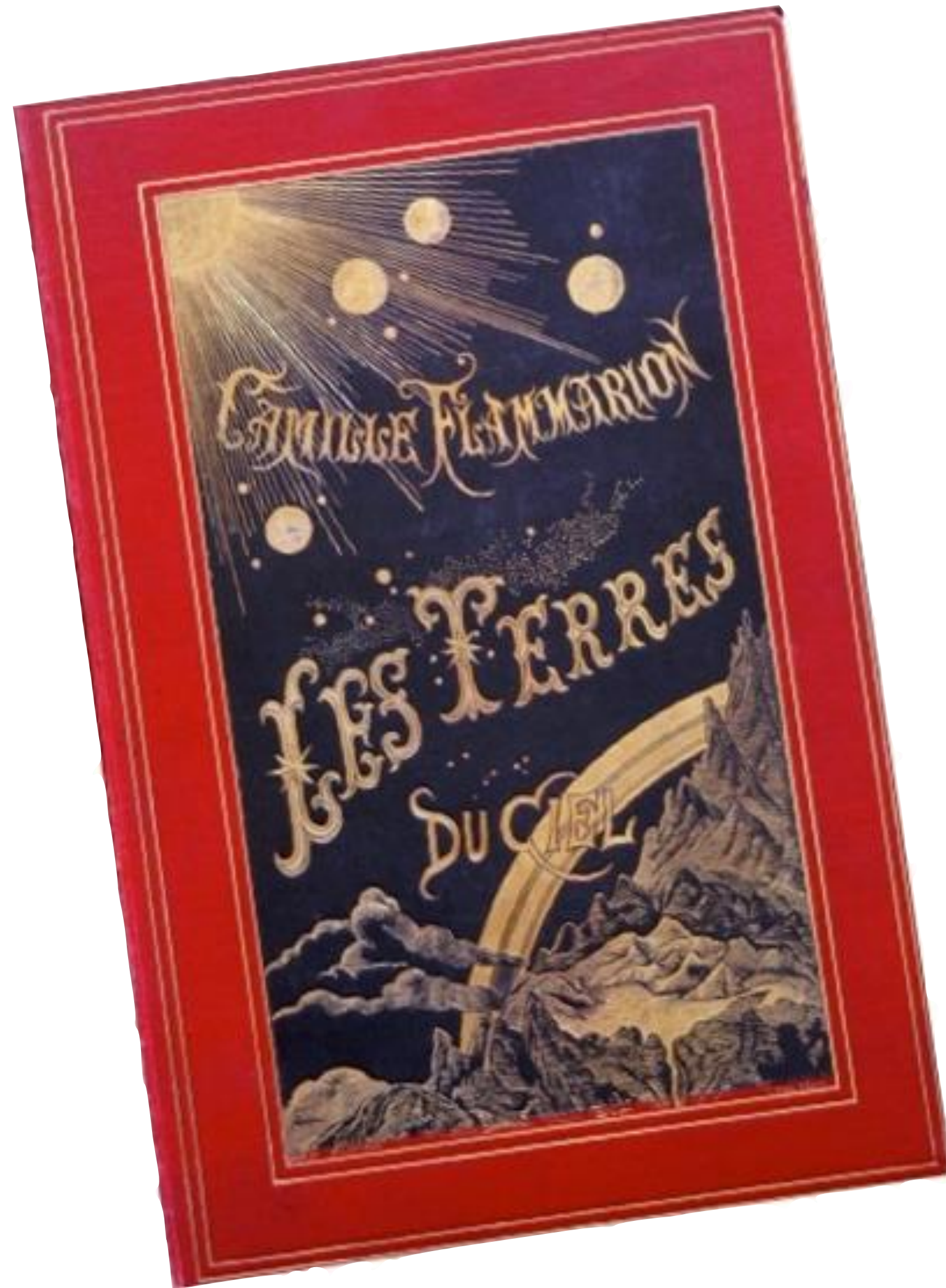




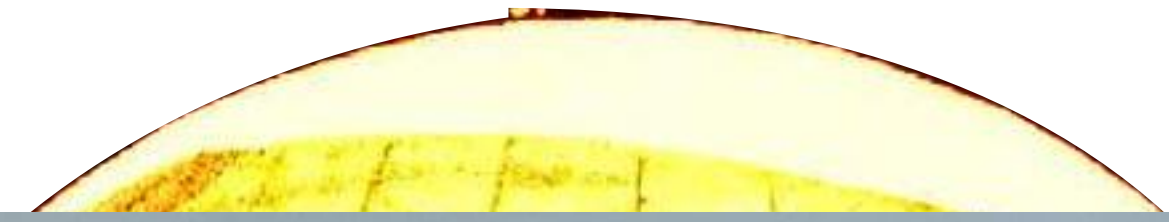
Entretiens sur la pluralité des mondes, 1686, Fontenelle



Les Terres du ciel, Camille Flammarion, 1884



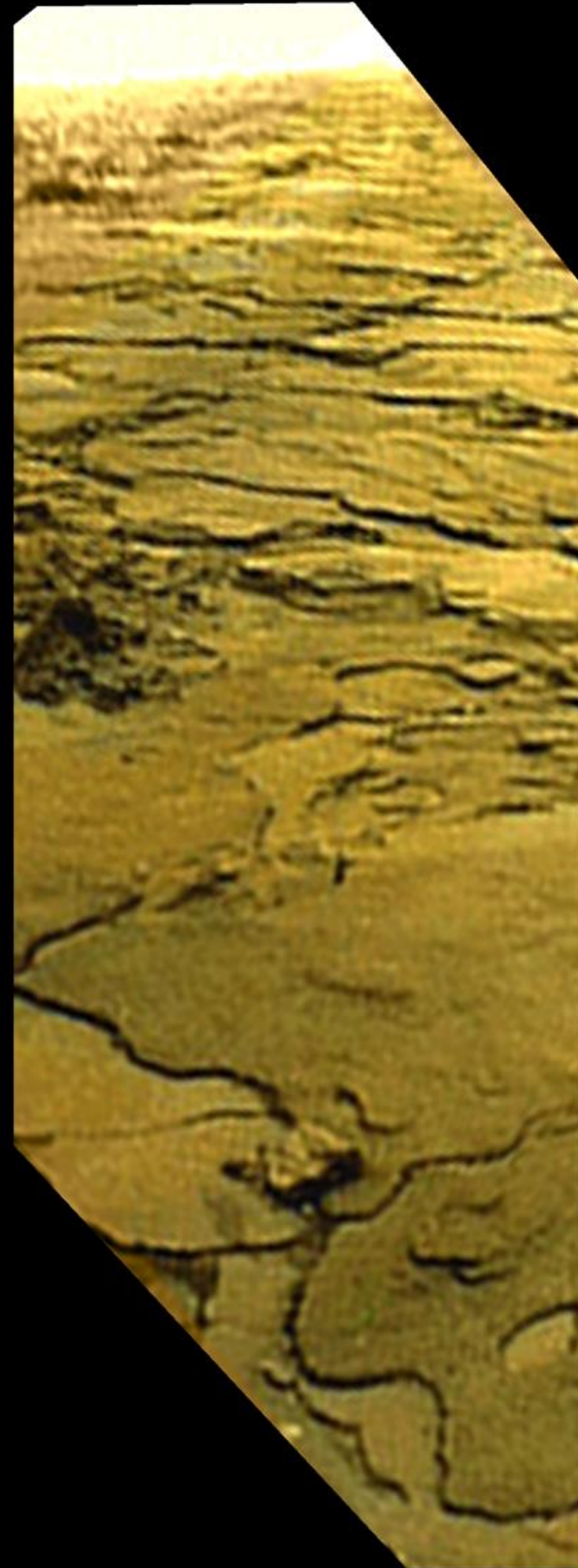
MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.



Moon



Venus



Mars



Titan



L E
MICROMÉGAS

de
Mr. DE VOLTAIRE.

Avec
UNE HISTOIRE DES CROISADES
&
UN NOUVEAU PLAN
DE L'HISTOIRE DE L'ESPRIT HUMAIN.
PAR LE MEME.



LONDRES.

1752.

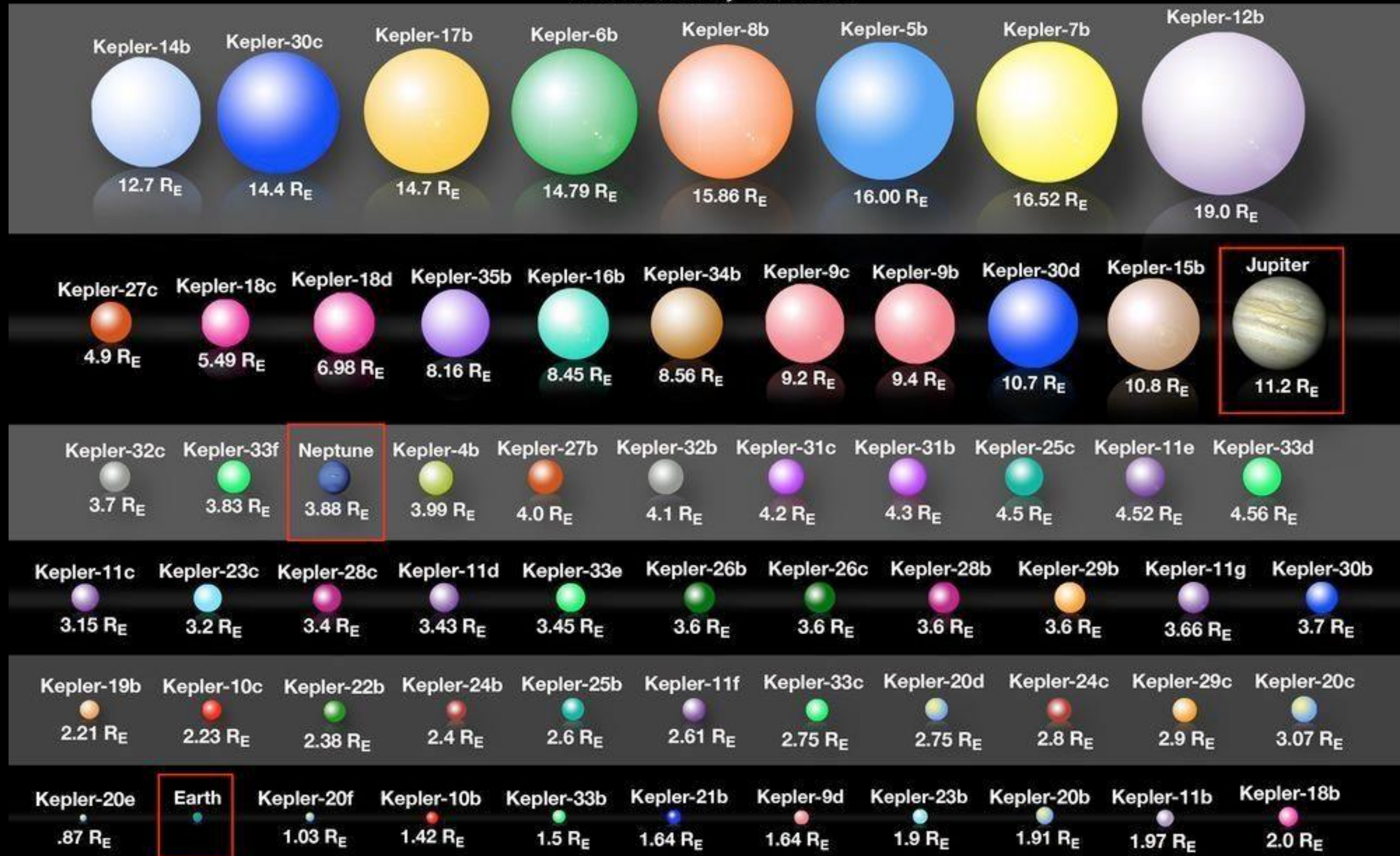


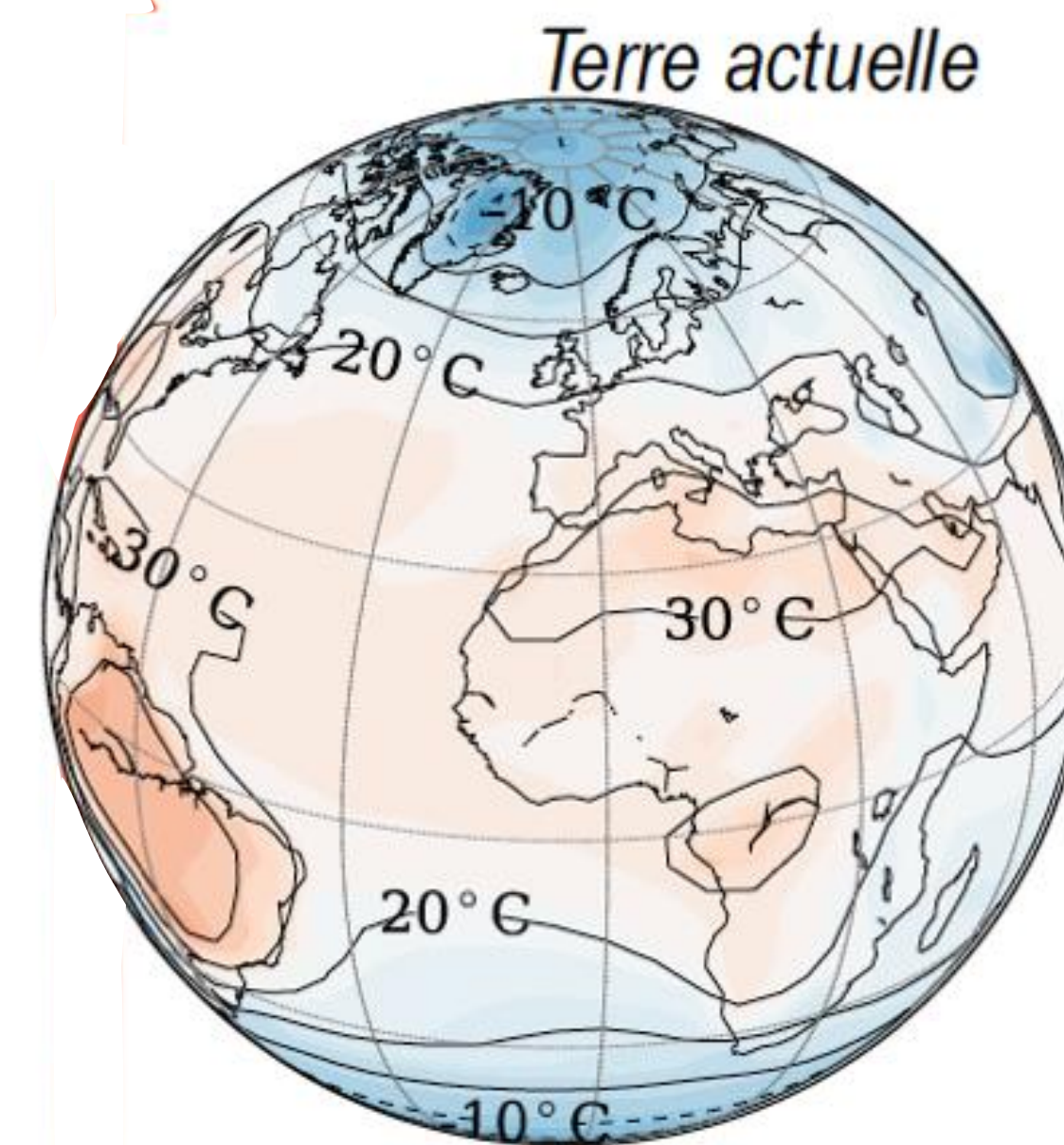
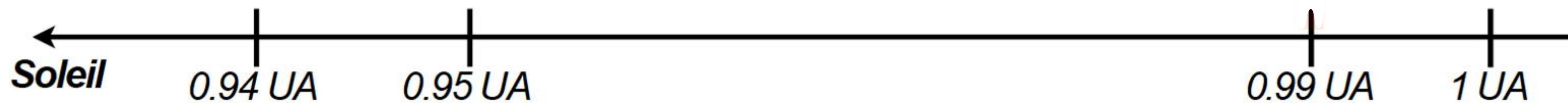
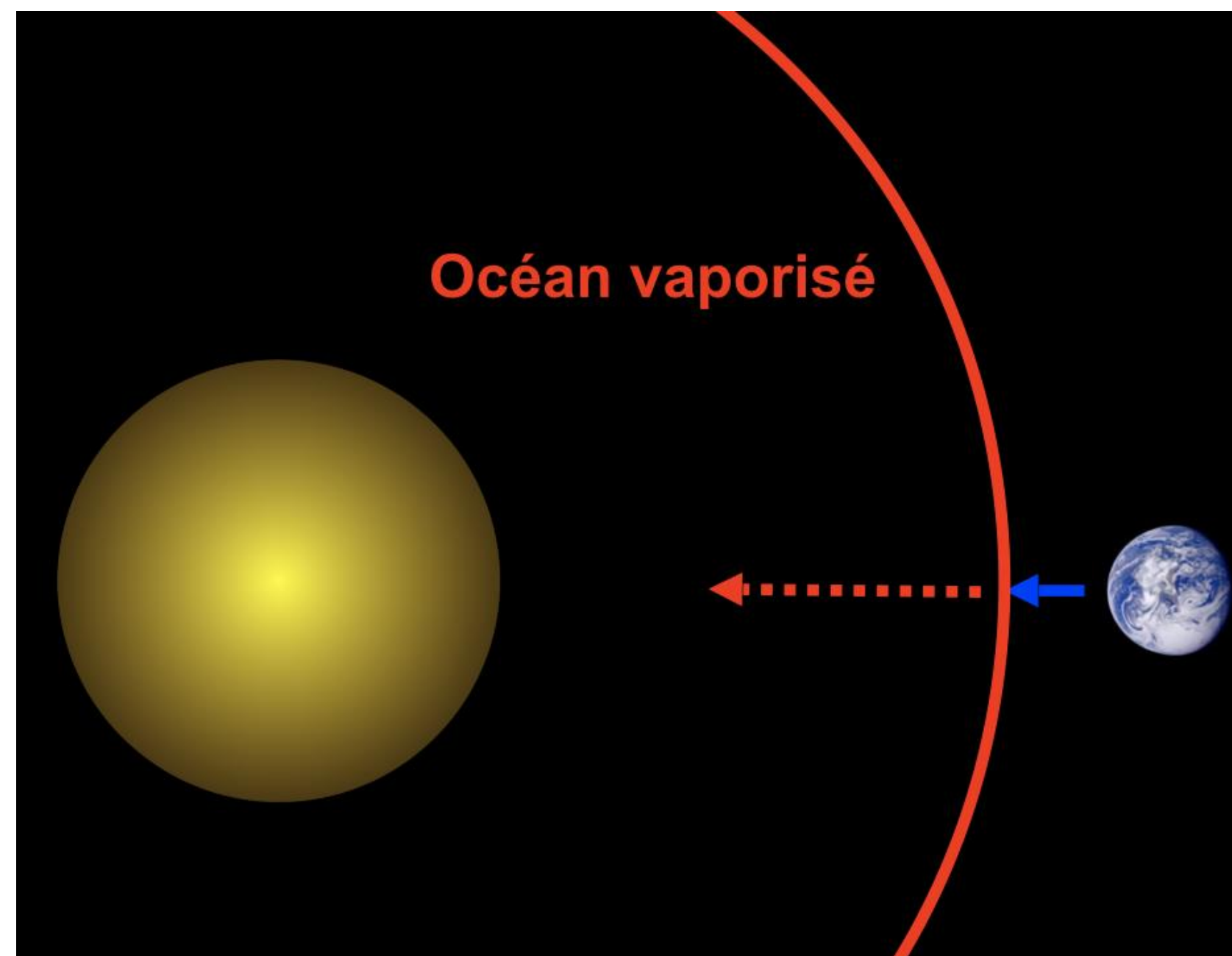
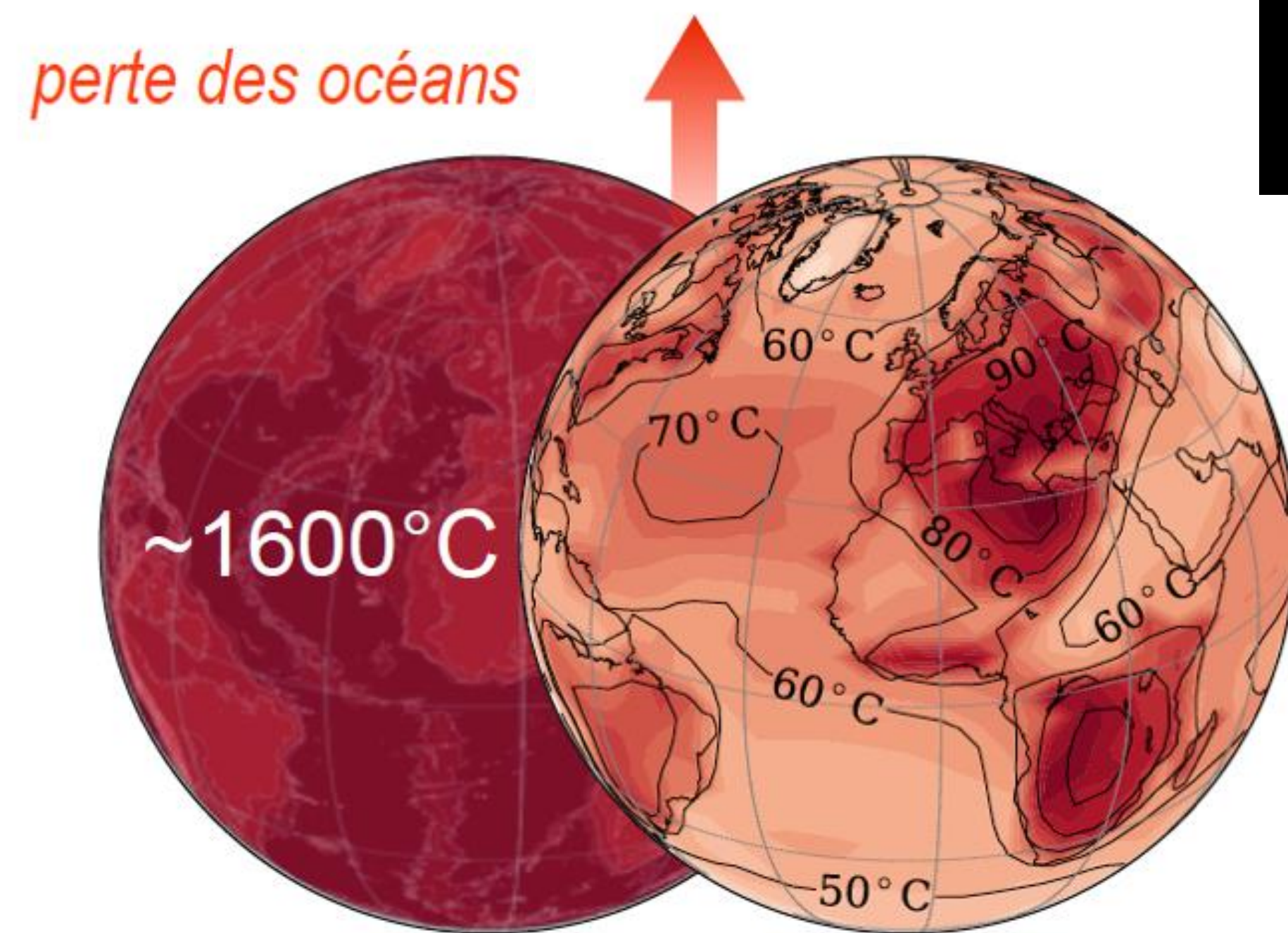
Entretiens sur la pluralité des mondes, 1686, Fontenelle

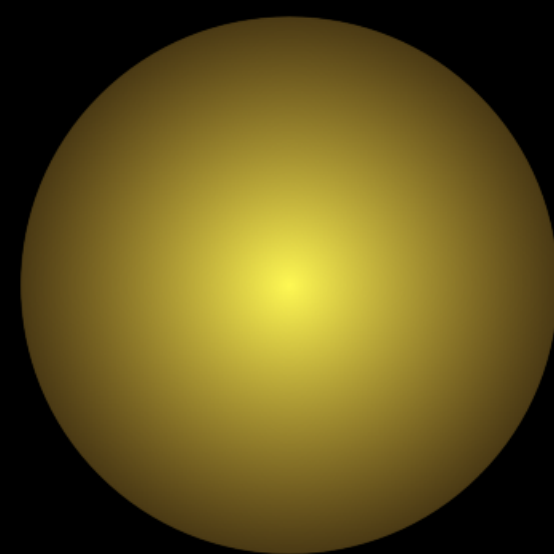
Assurément, repris-je ; mais la difficulté est de deviner. Que sais-je ? Un tourbillon a plus de planètes qui tournent autour de son soleil, un autre en a moins. Dans l'un, il y a des planètes subalternes qui tournent autour de planètes plus grandes : dans l'autre, il n'y en a point. Ici, elles sont toutes ramassées autour de leur soleil, et font comme un petit peloton, au delà duquel s'étend un grand espace vide, qui va jusqu'aux tourbillons voisins : ailleurs, elles prennent leurs cours vers les extrémités du tourbillon et laissent le milieu vide. Je ne doute pas même qu'il ne puisse y avoir quelques tourbillons déserts et sans planètes



Planètes et zone « *habitable* »







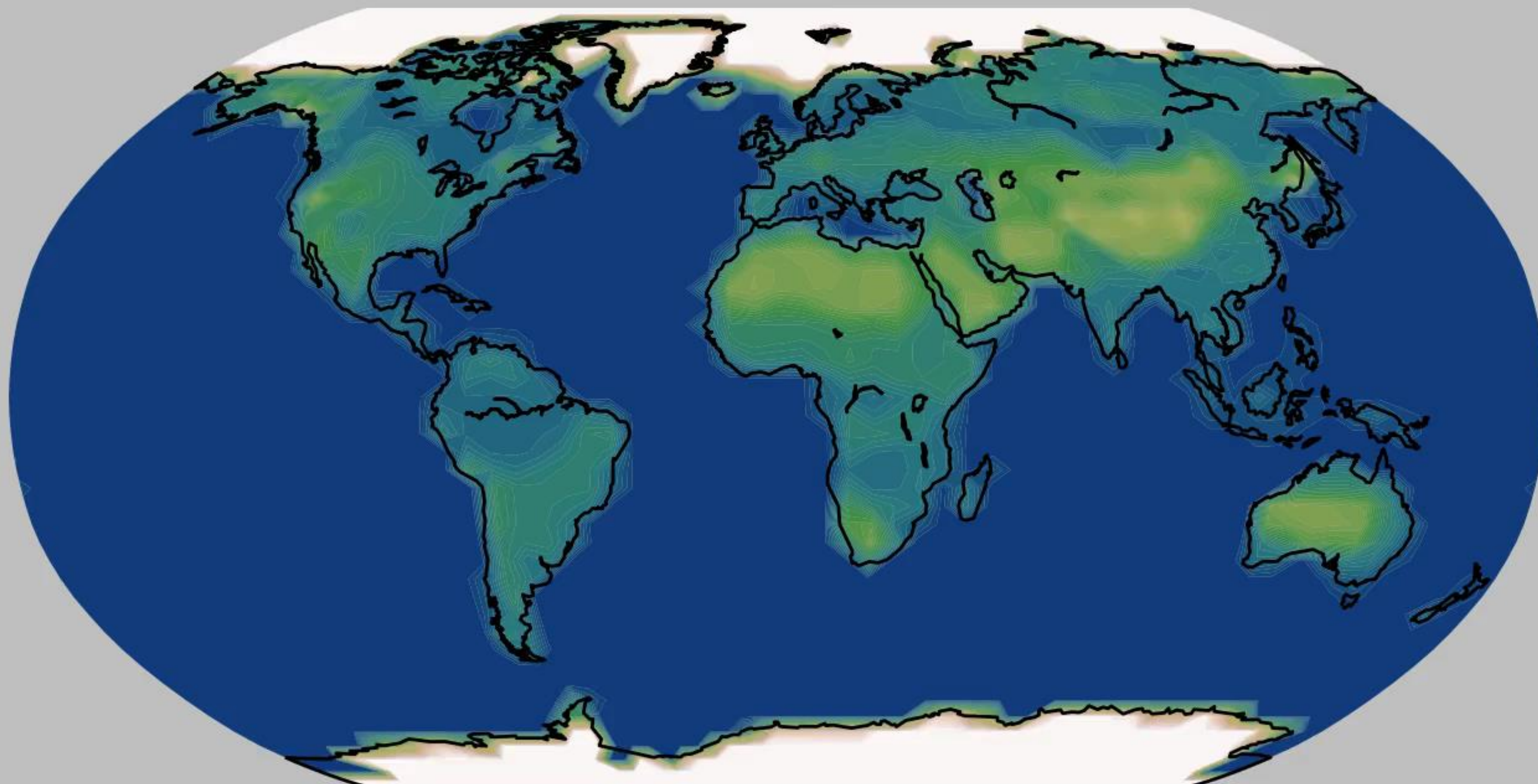
Océan liquide
possible à la surface

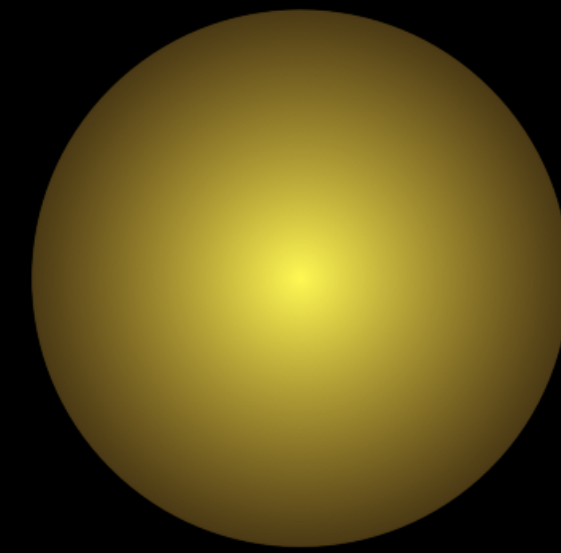


Océan gelé



Year 0.1

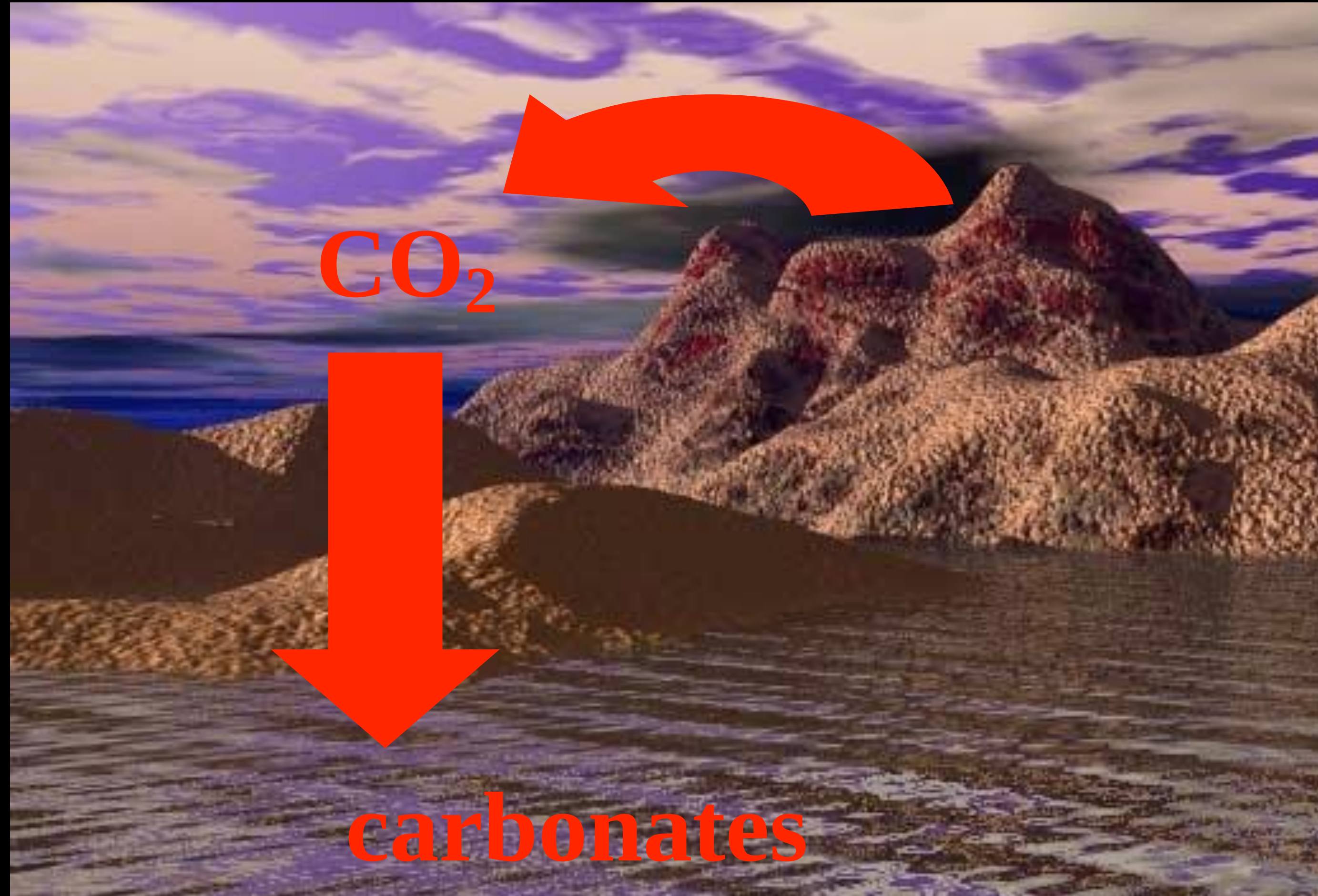




Océan liquide
possible à la surface



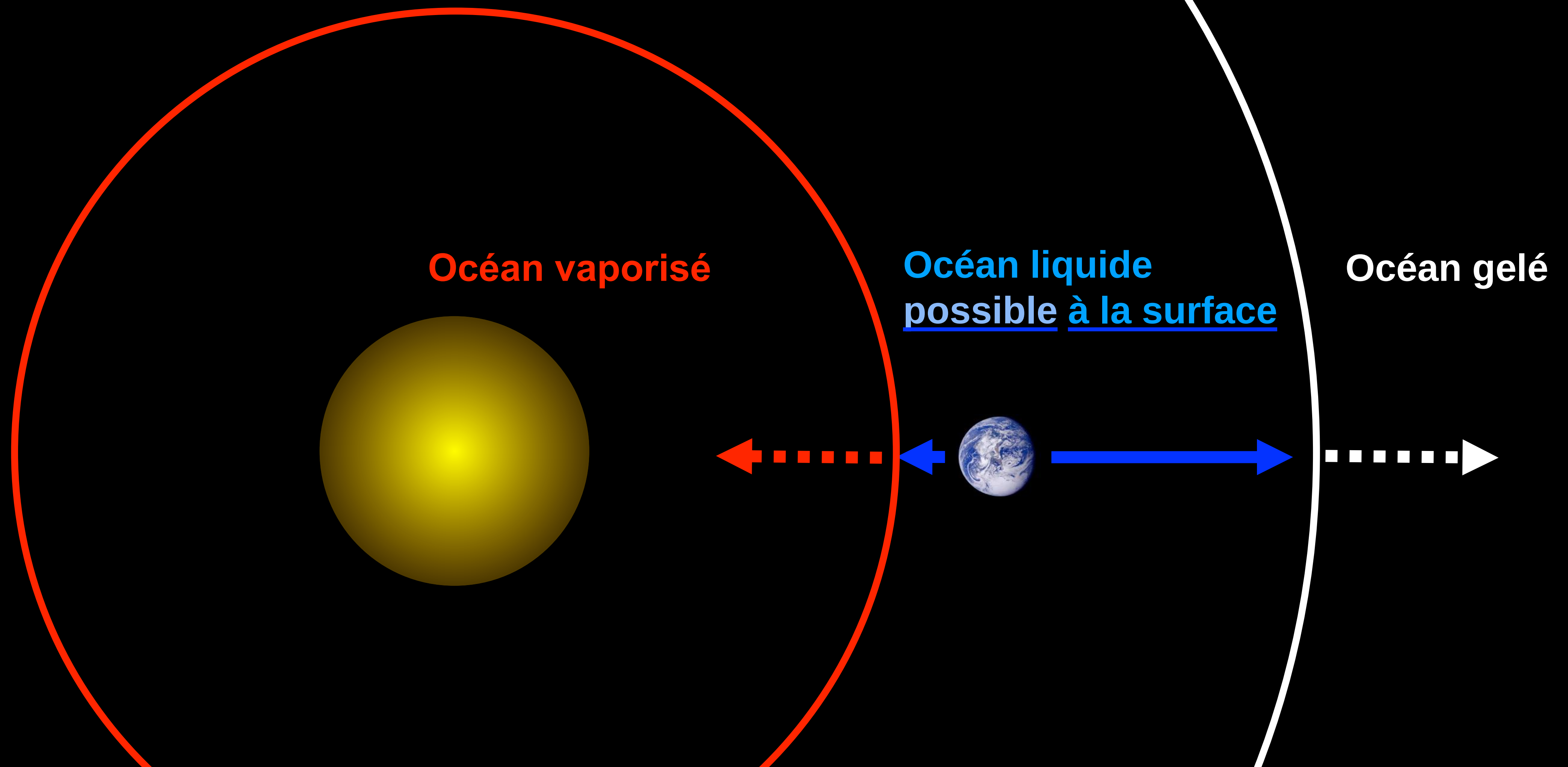
Océan gelé

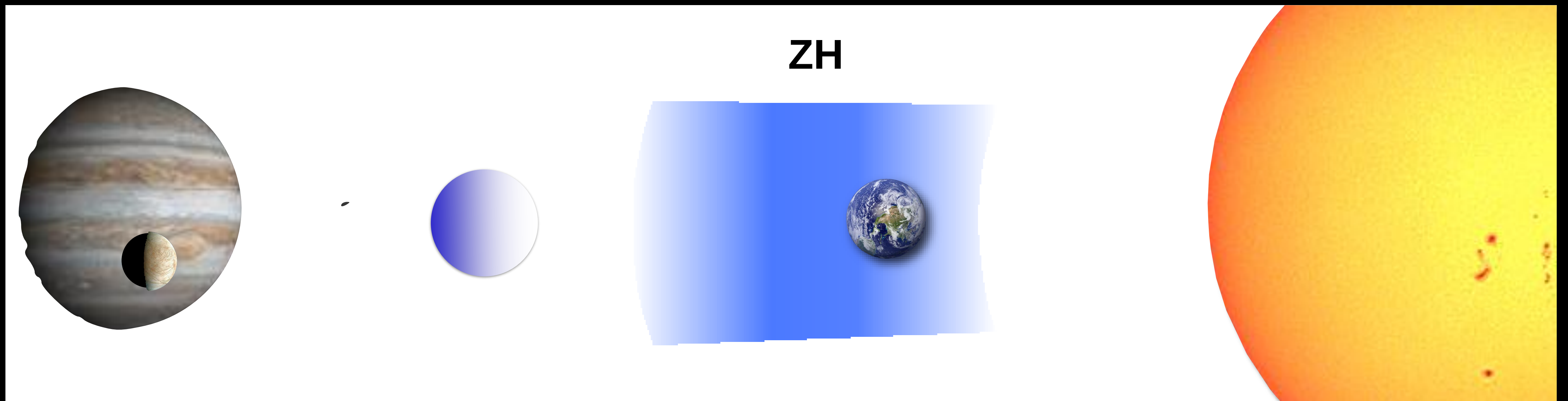
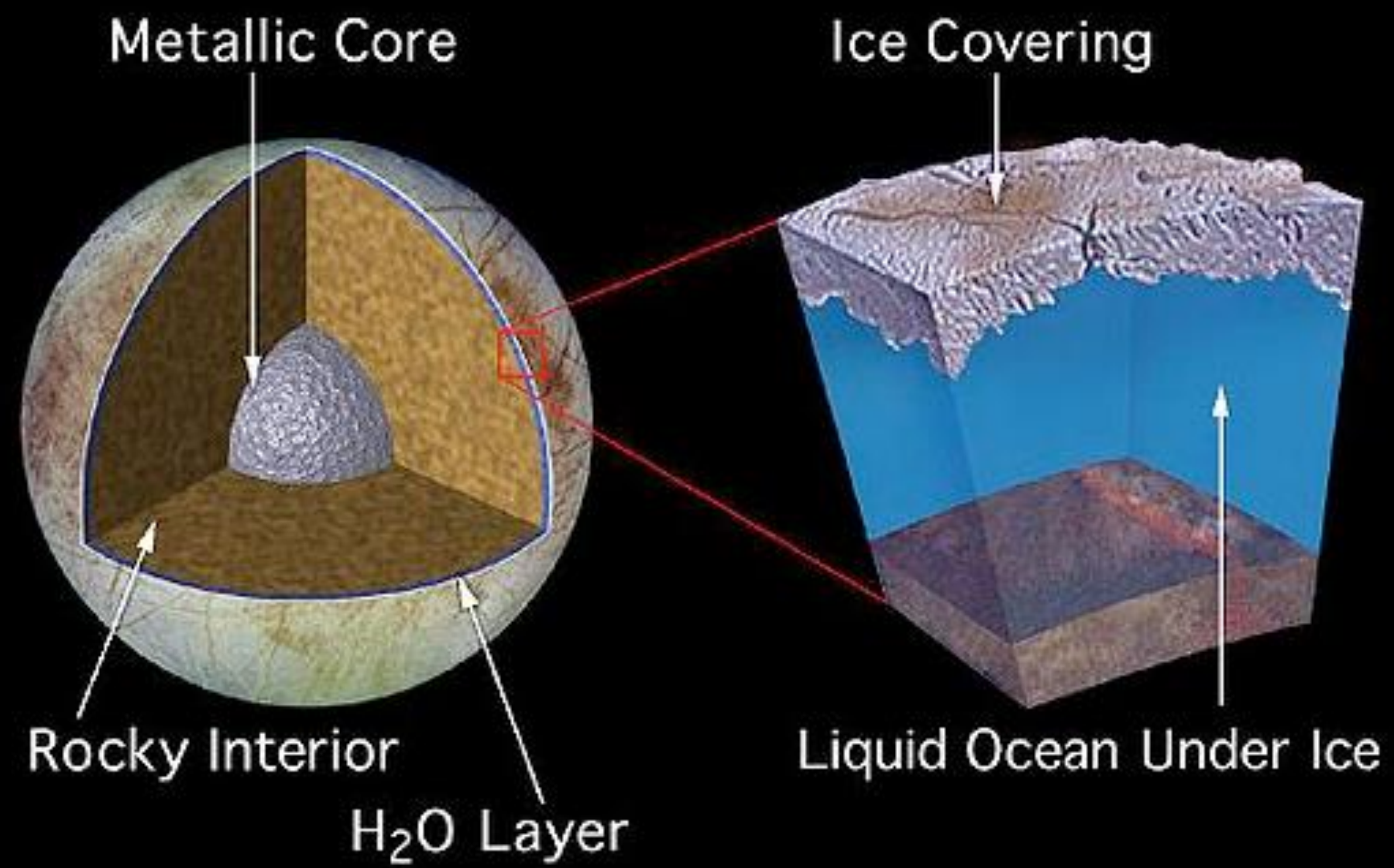


CO_2

carbonates

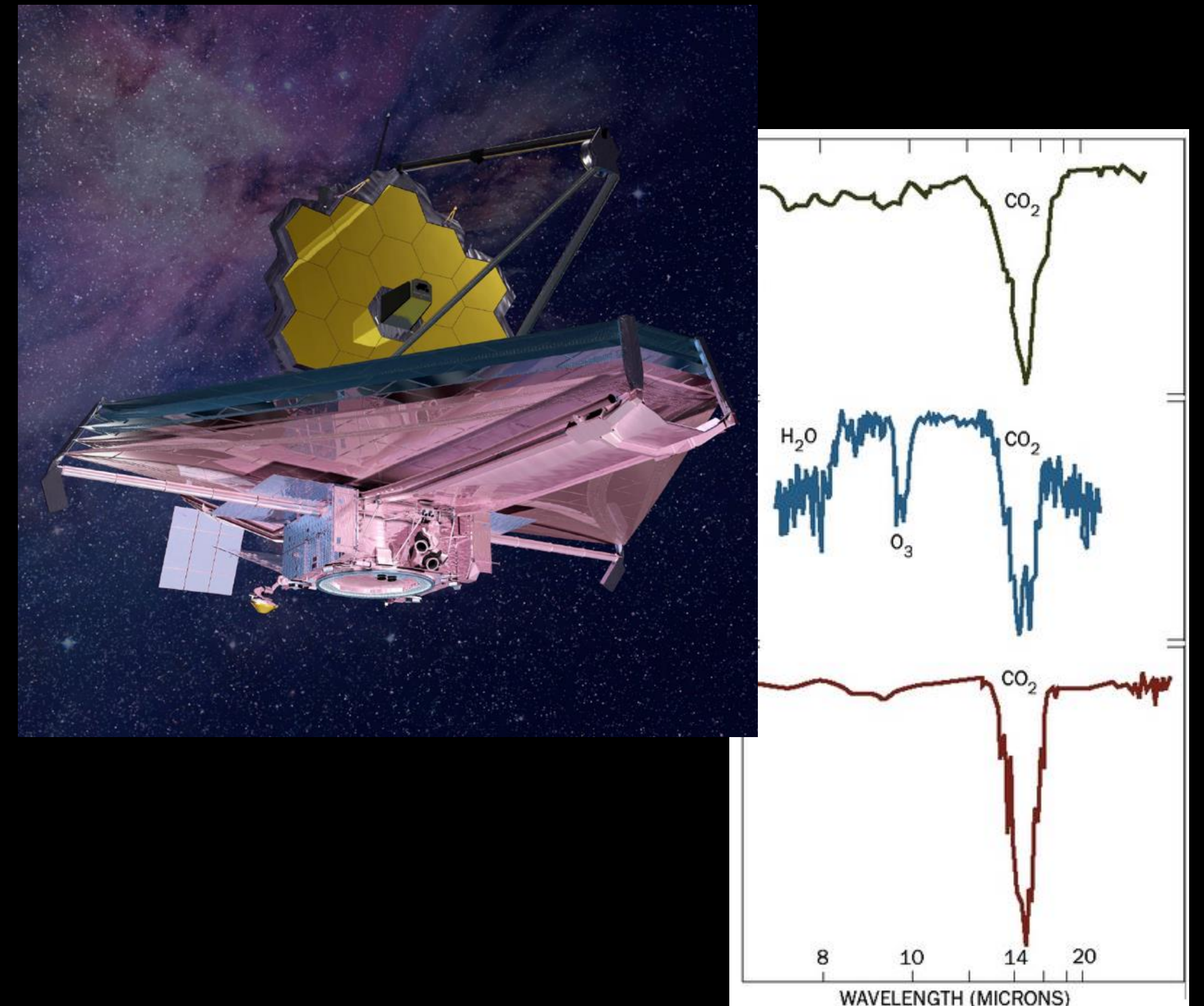
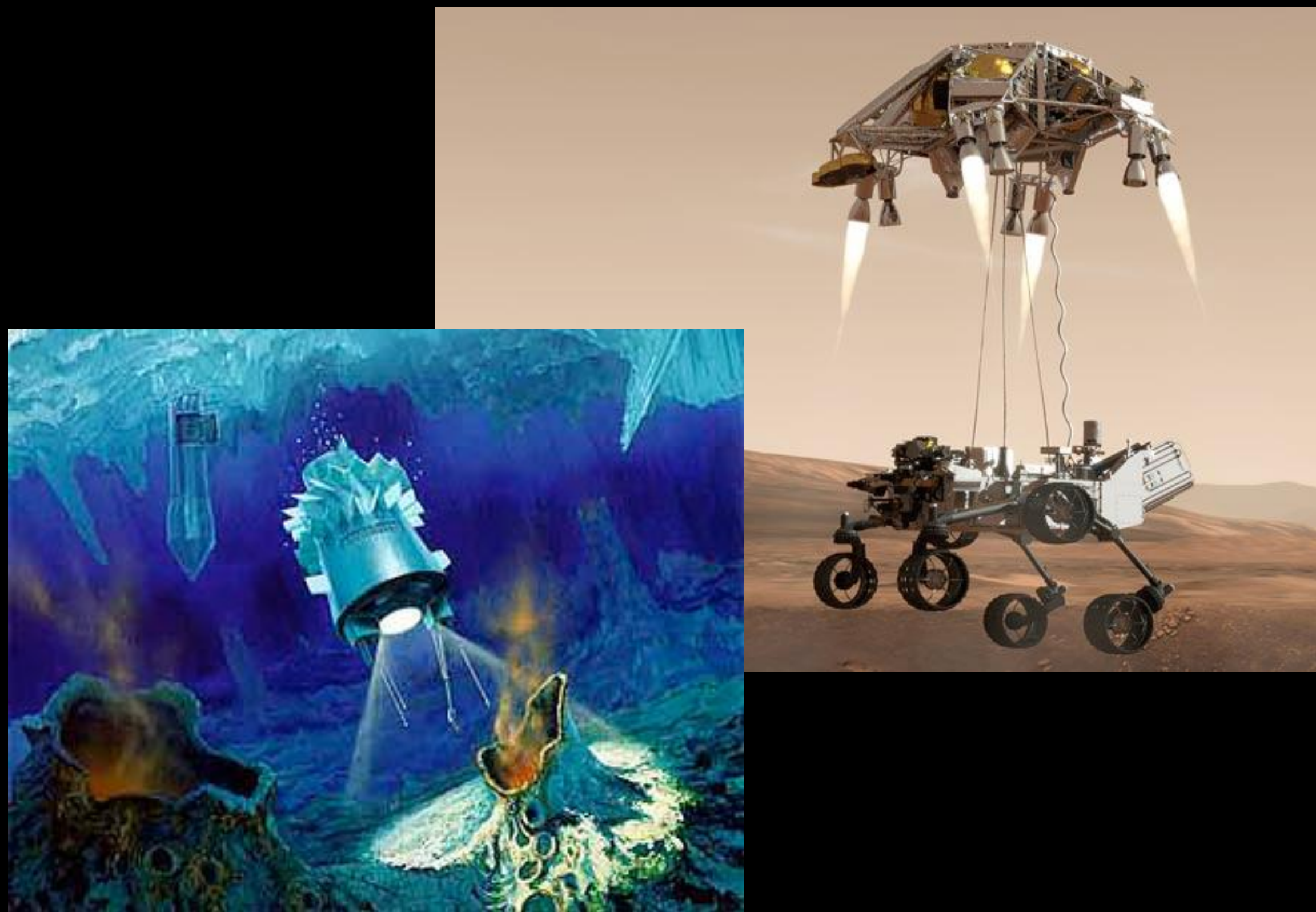
Planètes et zone « *habitable* »





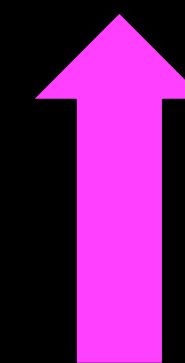
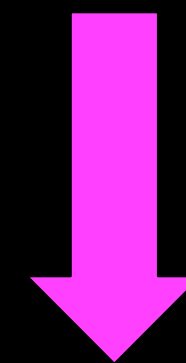
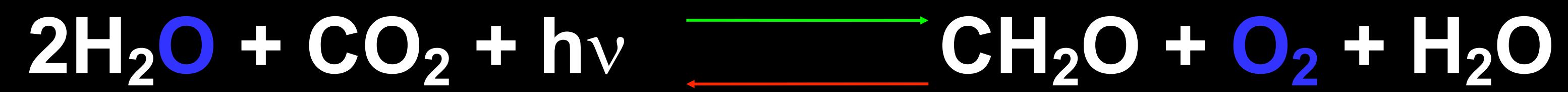
Habitabilité

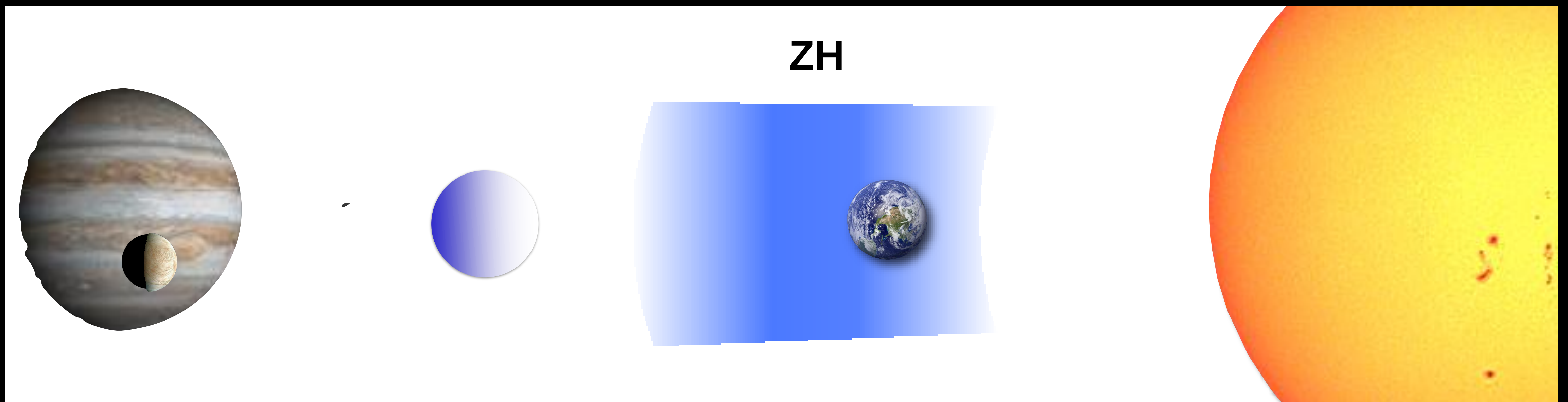
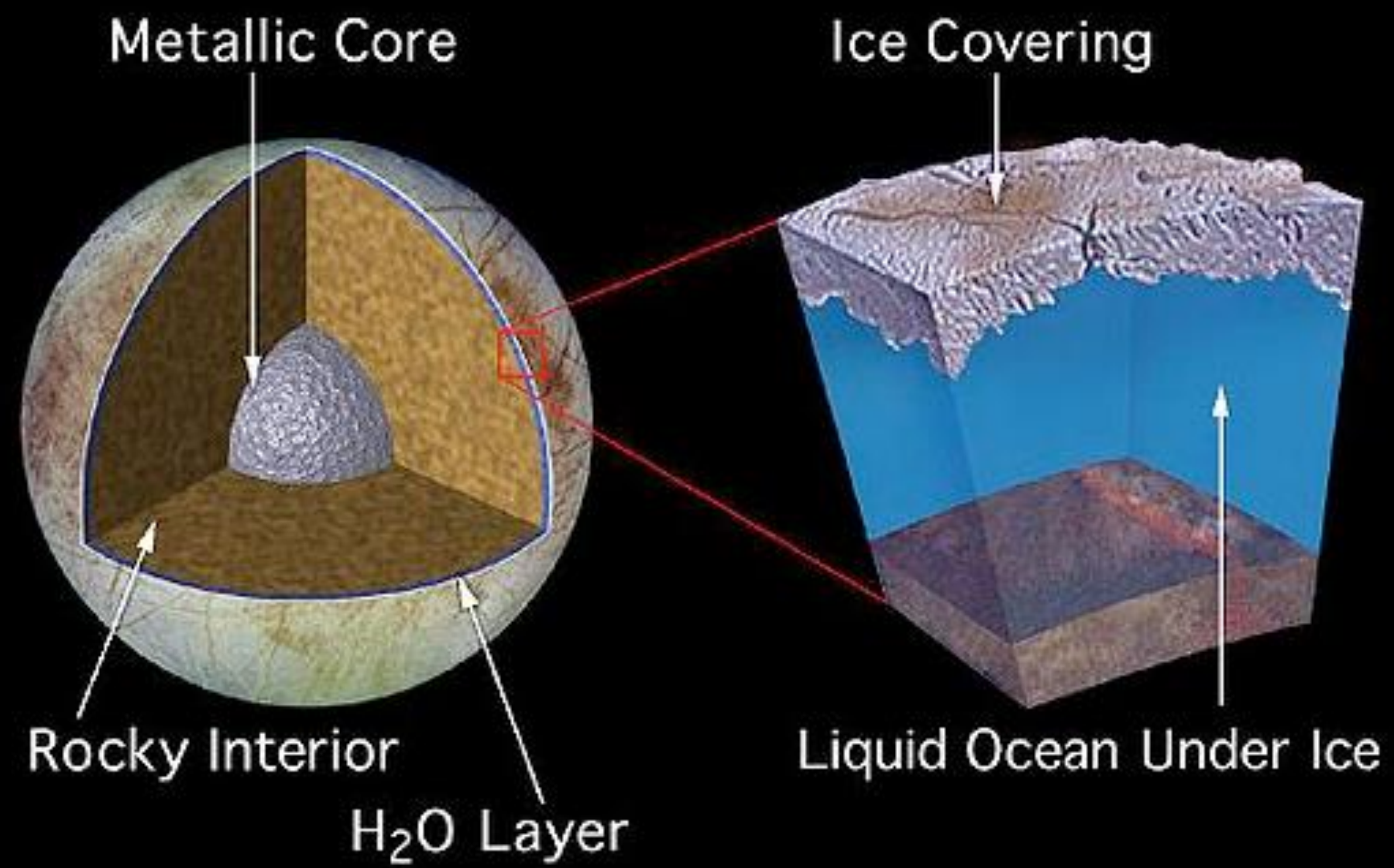
Où la vie peut exister ou Où l'on peut trouver la vie
système solaire exoplanètes





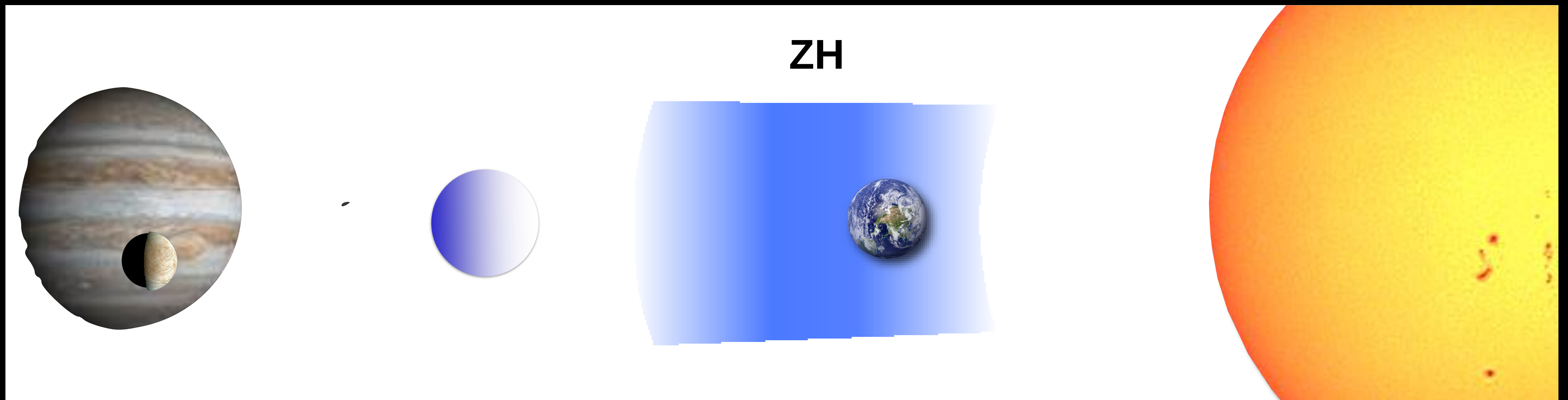
$\times 10^{12}$

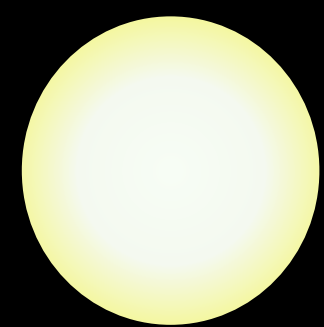




**C'est la zone où une photosynthèse est possible
(eau et rayonnement stellaire disponibles simultanément)**

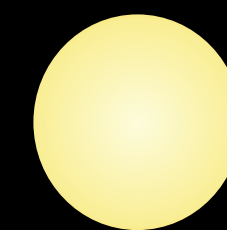
**C'est la zone privilégiée pour une future recherche de
signatures spectrales atmosphériques liées à la vie**





$2 M_{\text{sol}}$

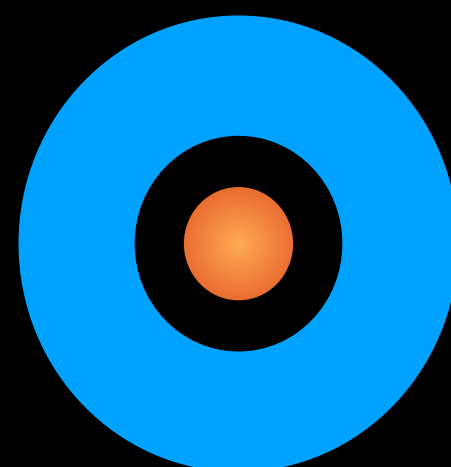
Soleil



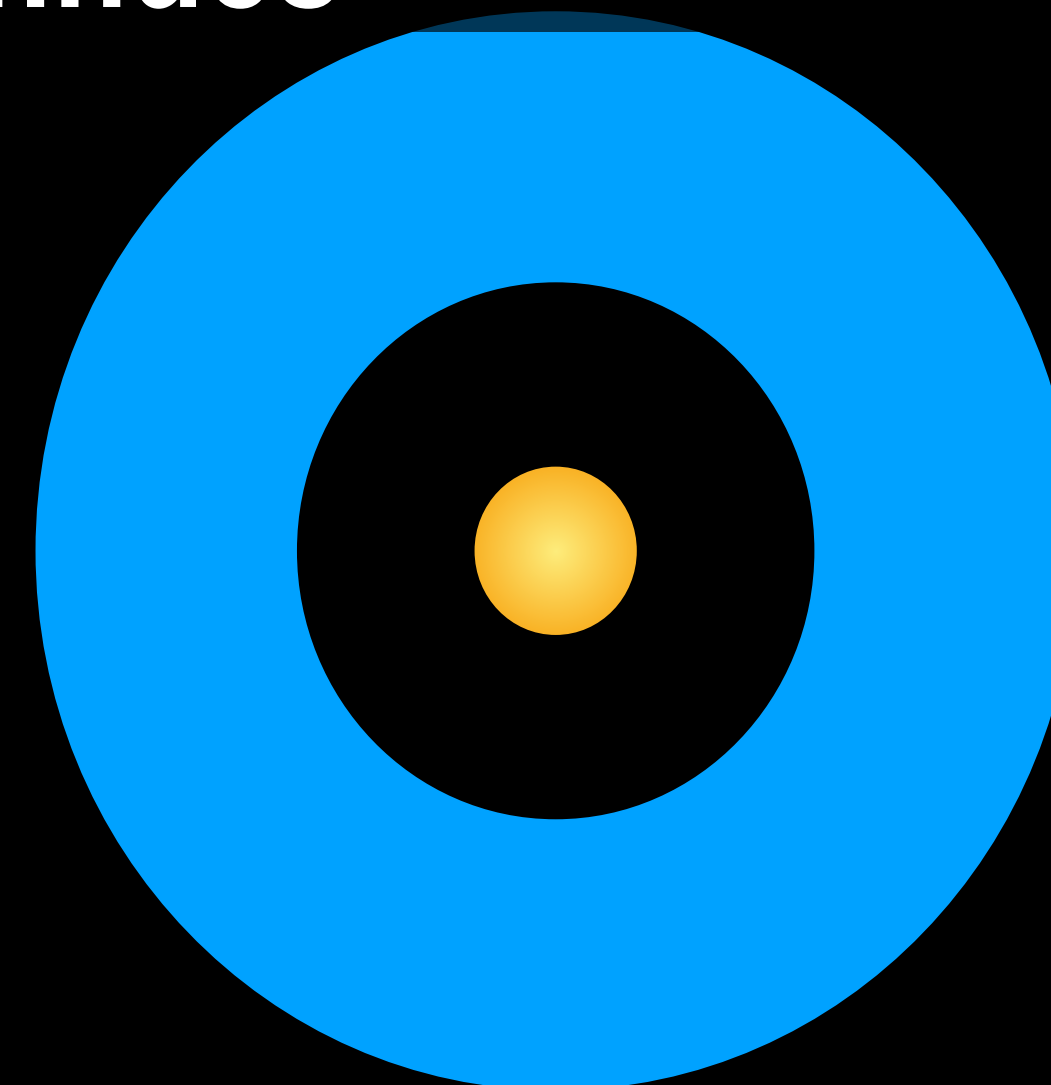
Une 20aine de planètes de moins de $2 R_{\text{TERRE}}$ ($10 M_{\text{TERRE}}$)
dans ces zones tempérées sont connues



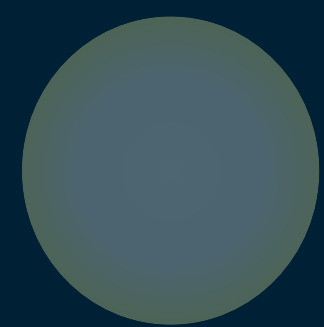
$0,08 M_{\text{sol}}$



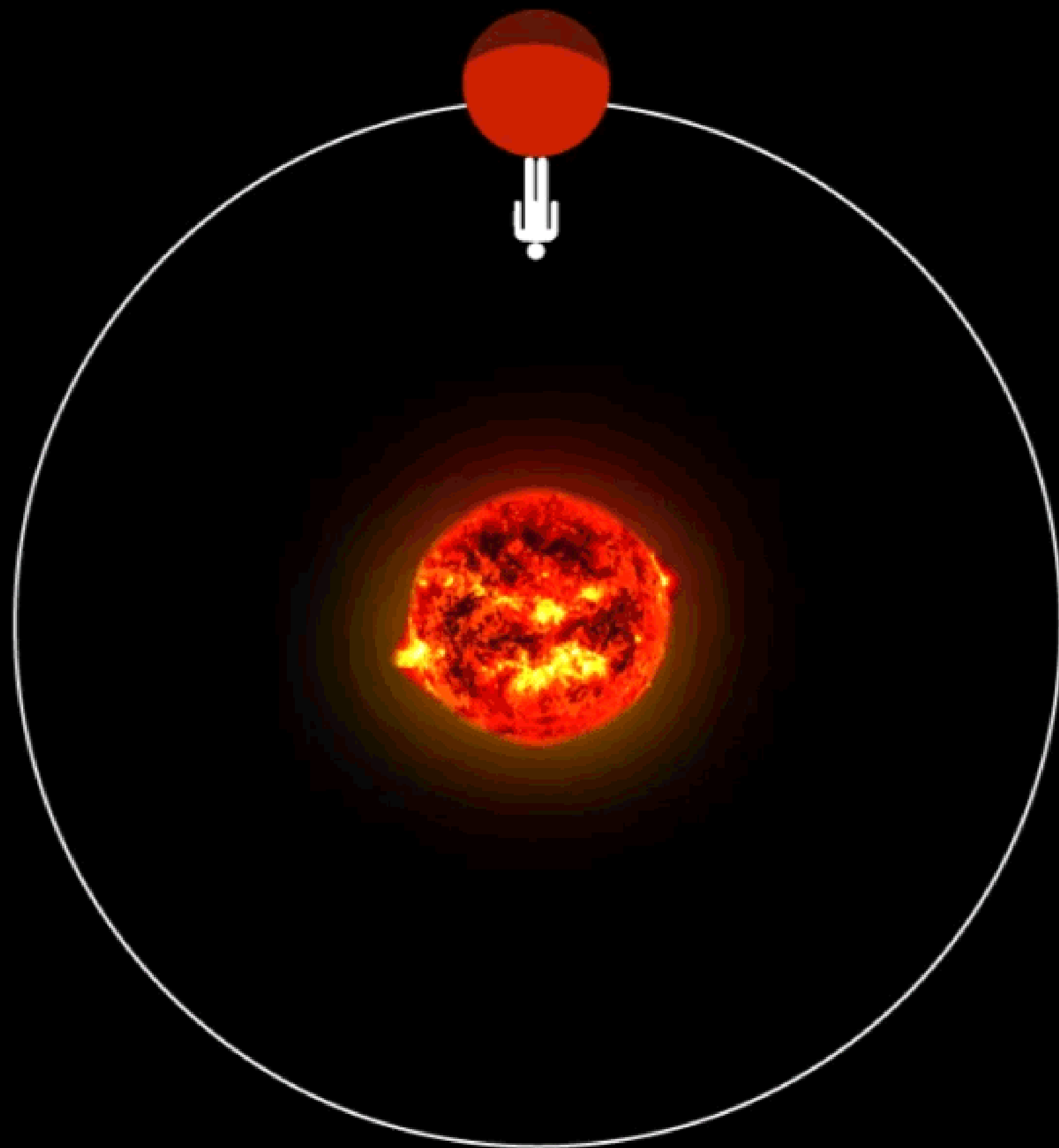
$0,4 M_{\text{sol}}$



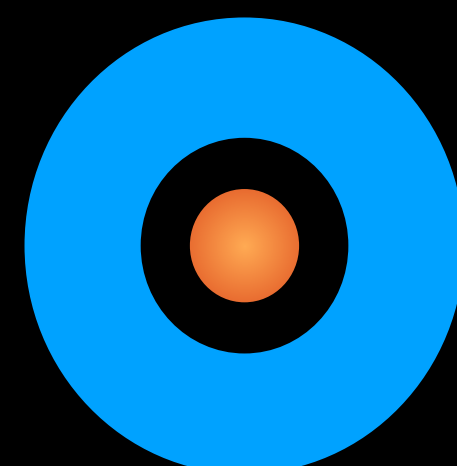
$0,8 M_{\text{sol}}$



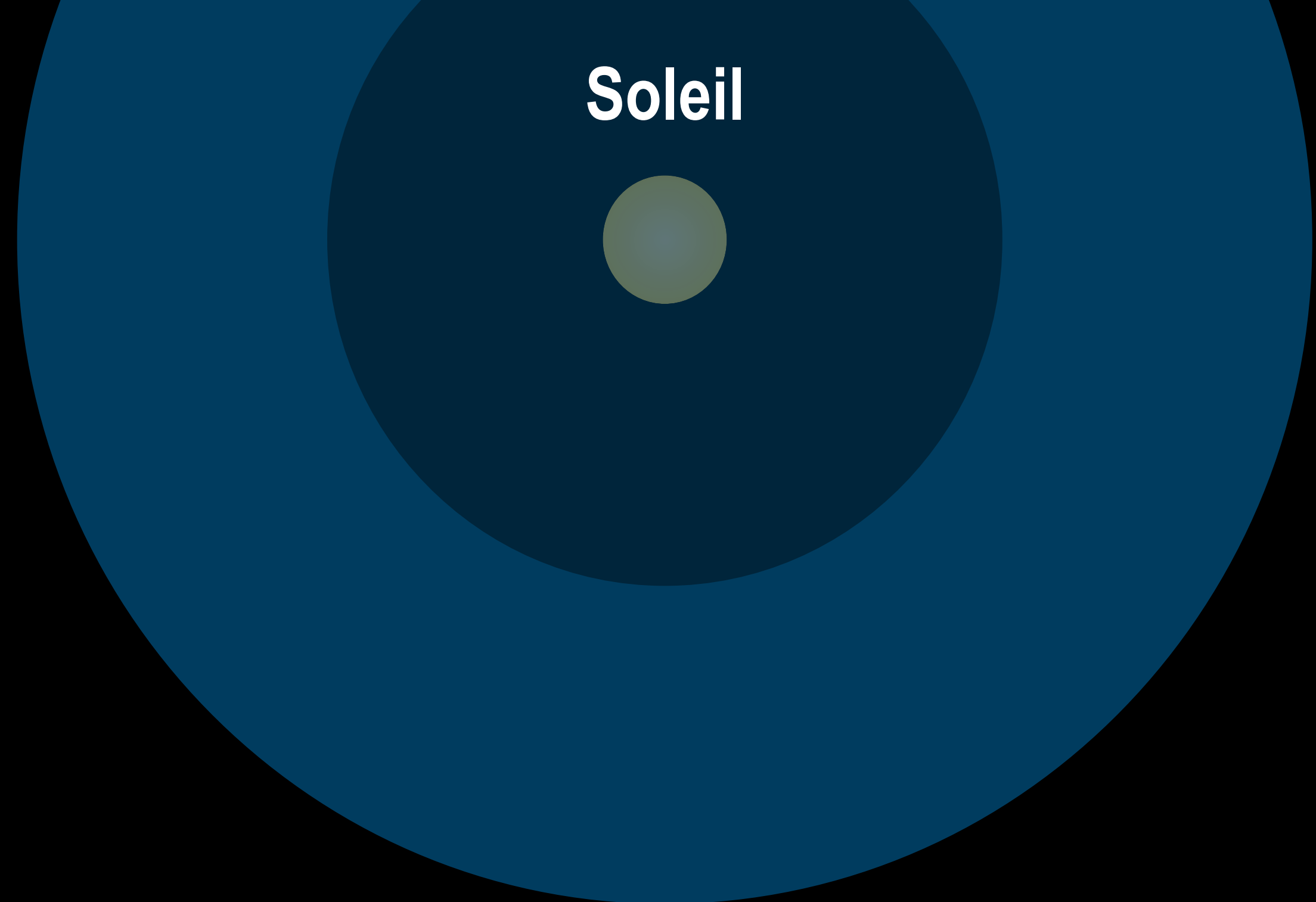
$2 M_{\text{sol}}$



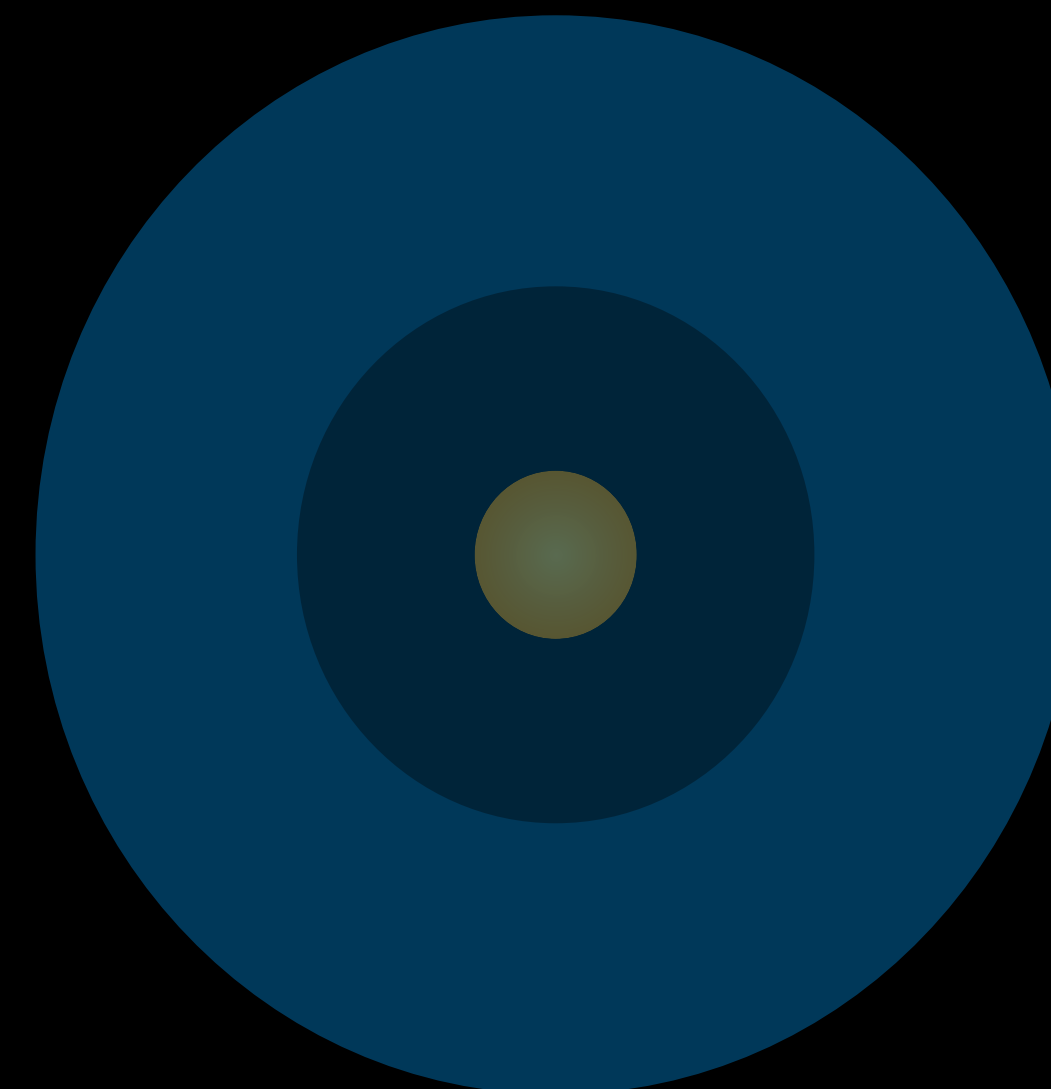
$0,08 M_{\text{sol}}$



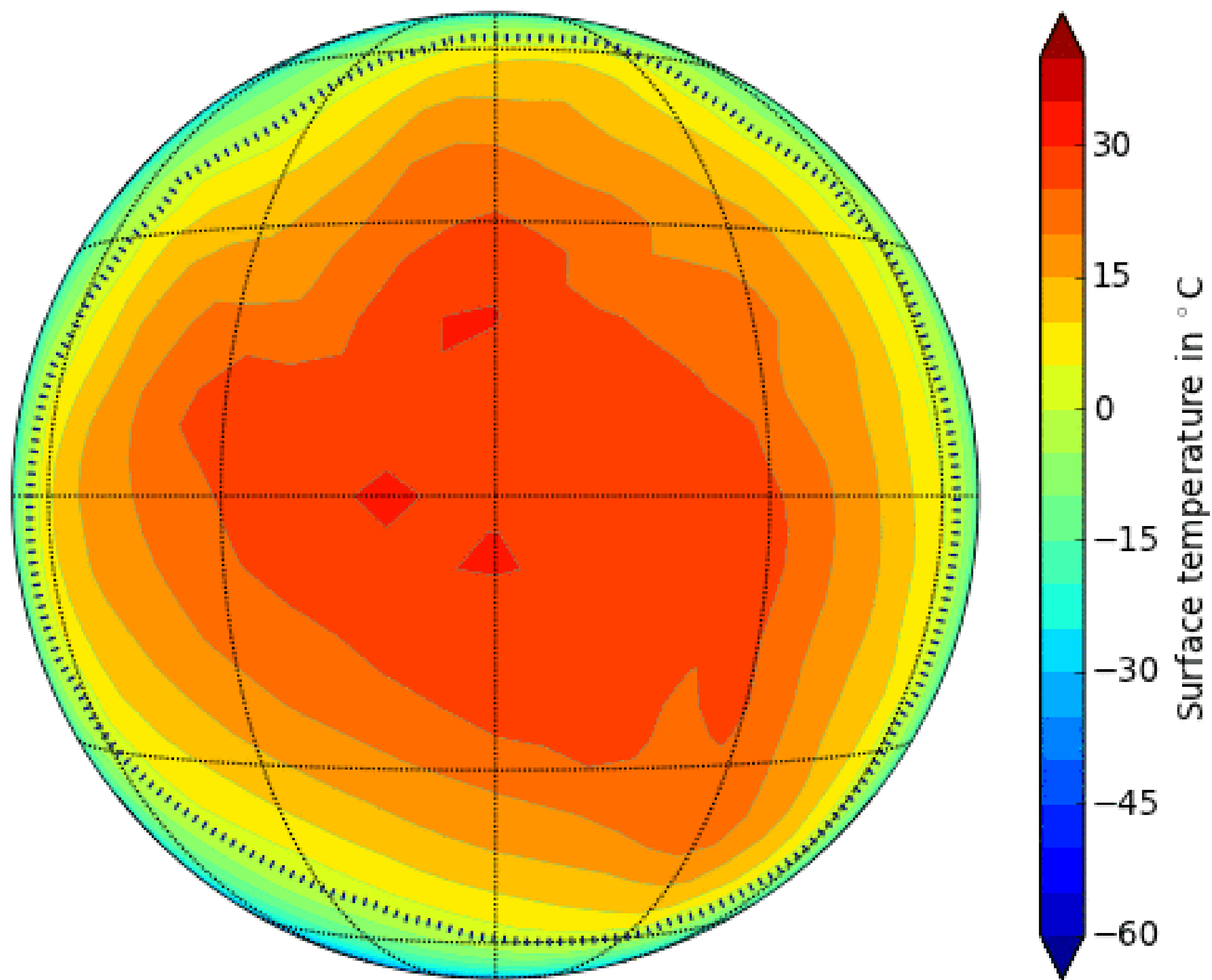
$0,4 M_{\text{sol}}$



Soleil



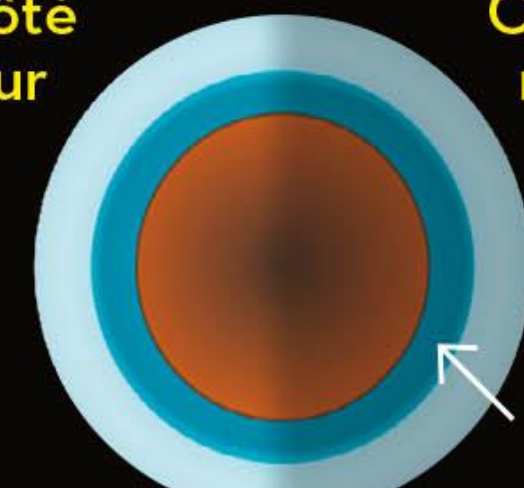
$0,8 M_{\text{sol}}$



ROTATION SYNCHRONE

Côté jour

Côté nuit

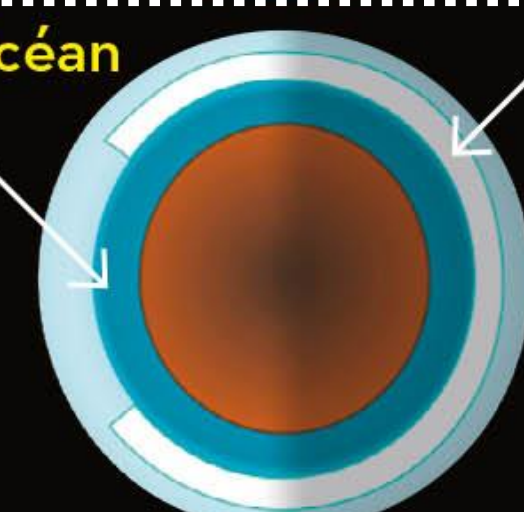


Océan libre de glace

Océan

Océan

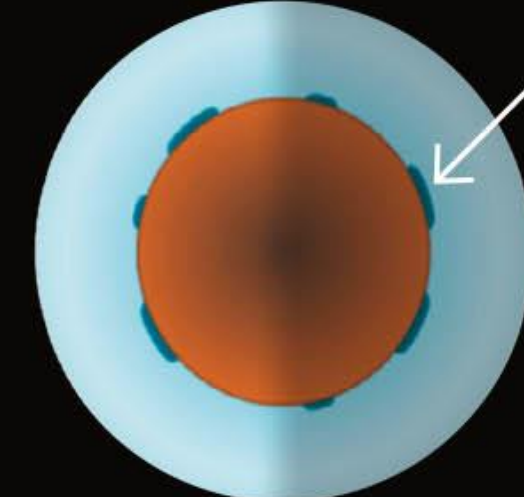
Glace



Océan en partie recouvert de glace

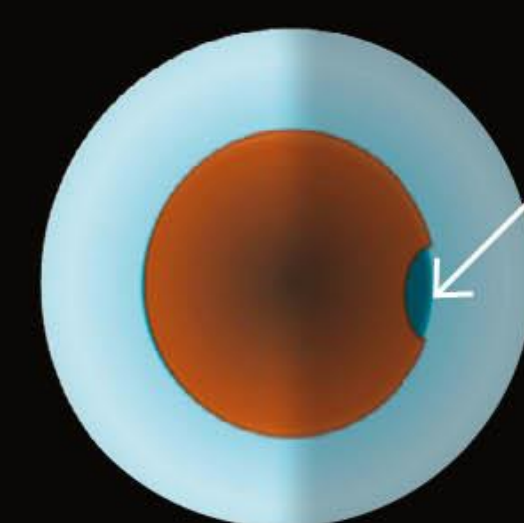
Lac

Lacs côté jour et nuit



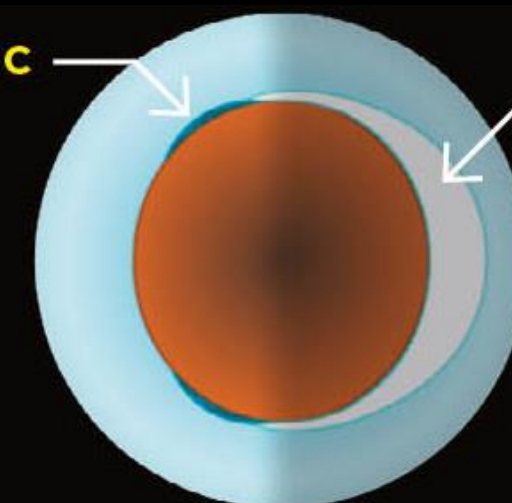
Lac

Lacs côté jour ou nuit



Lac

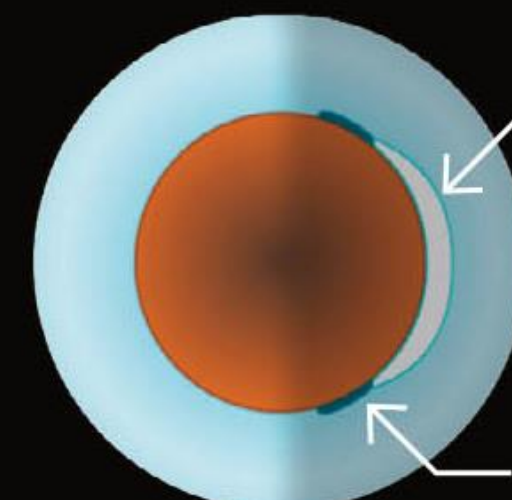
Glace



Fonte locale de glaciers côté jour et nuit, premier cas

Glace

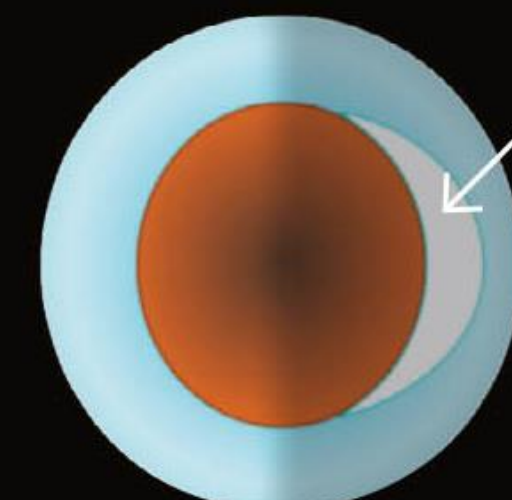
Fonte locale de glaciers côté jour et nuit, second cas



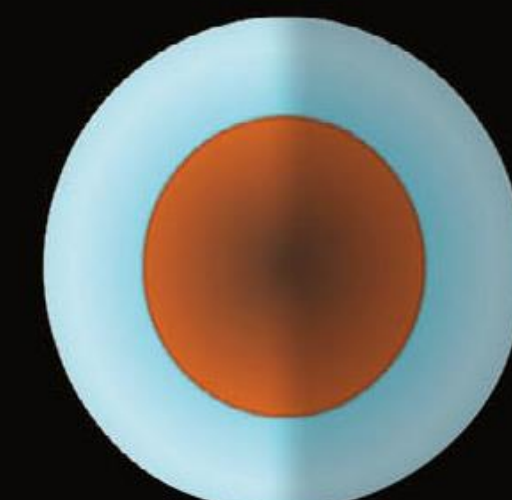
Lac

Glace

Région substellaire aride, glaciers ailleurs

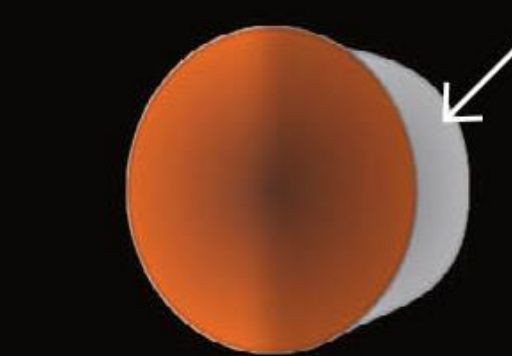


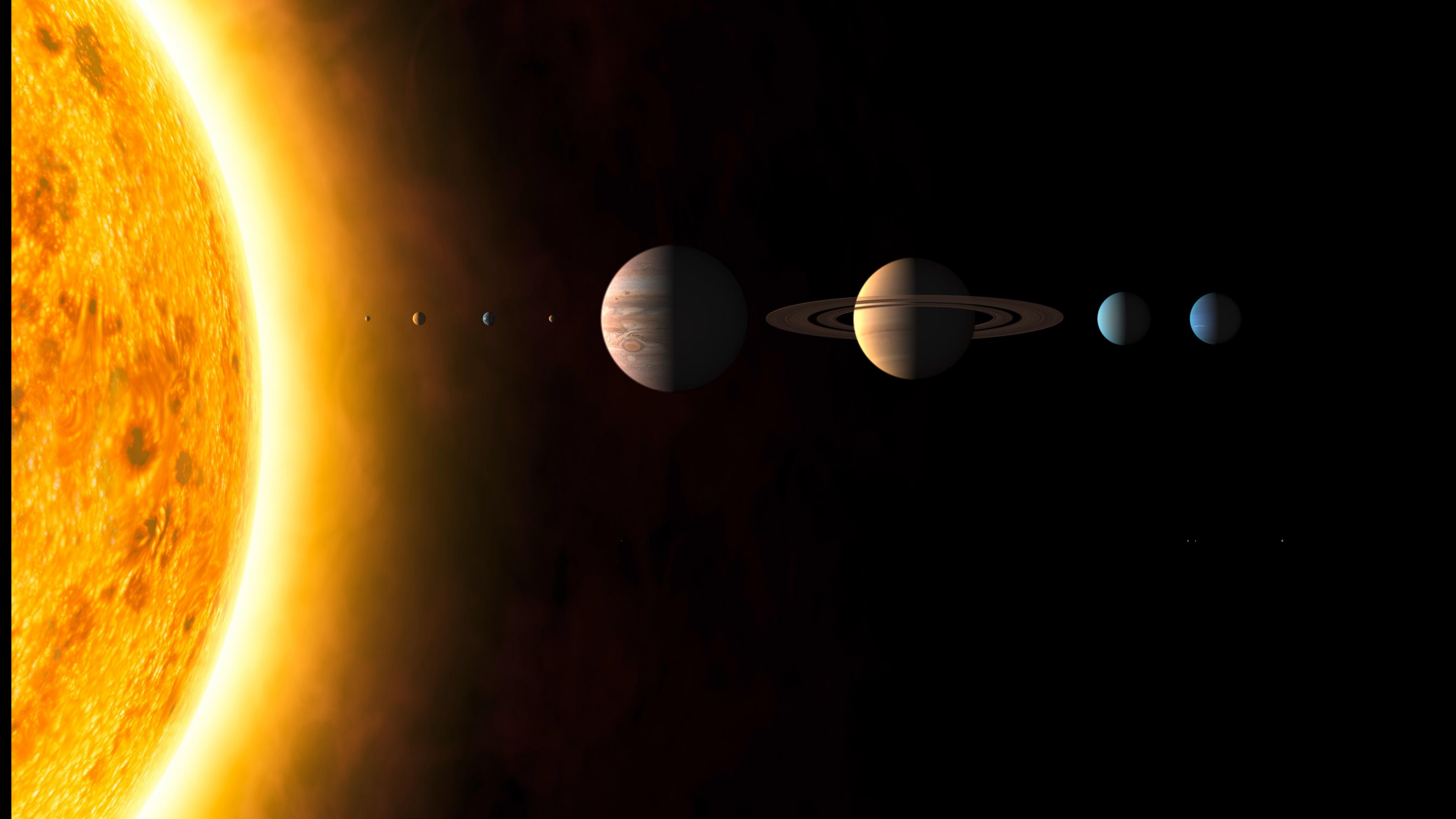
Vapeur d'eau uniquement



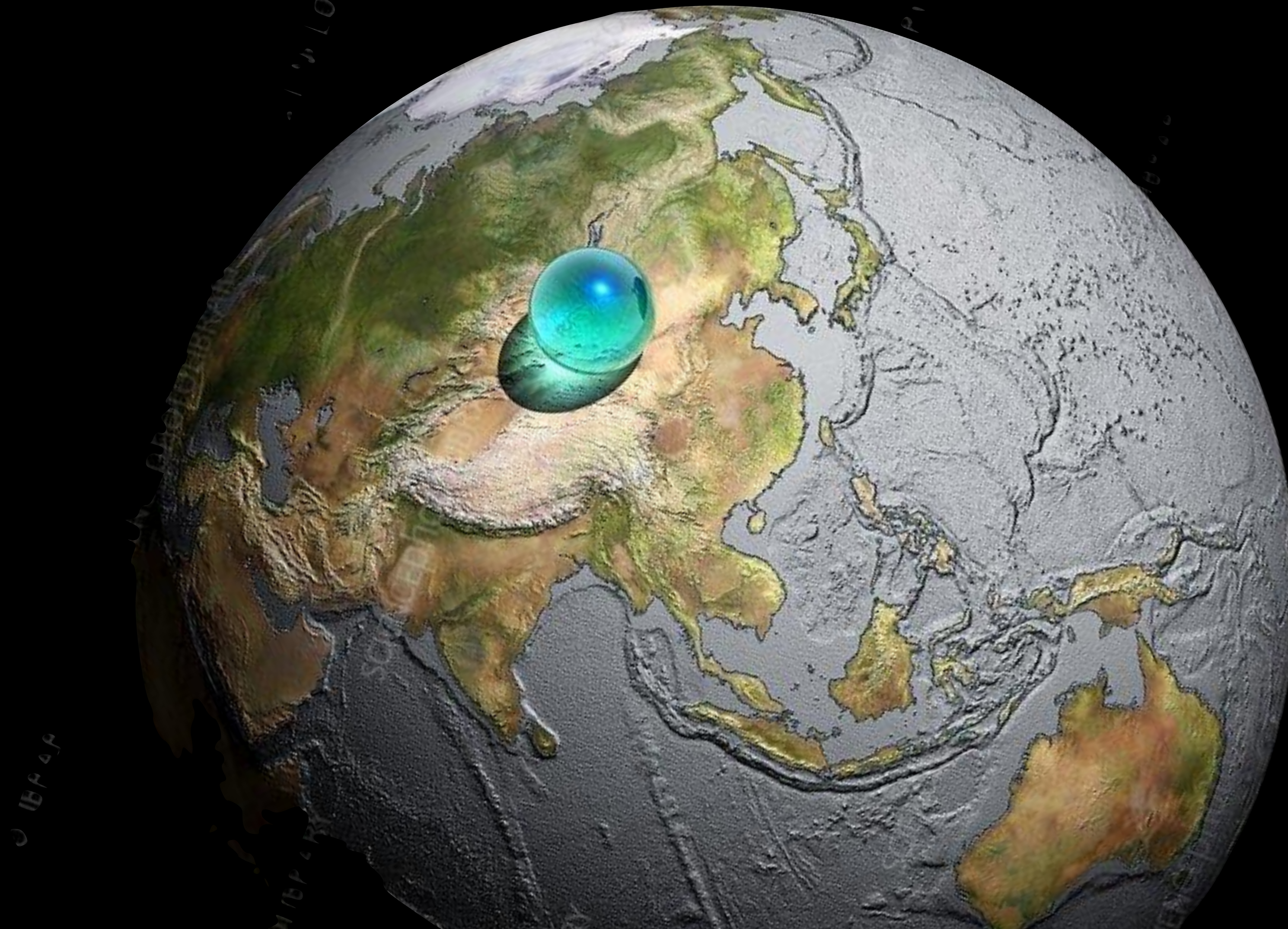
Glace

Atmosphère condensée





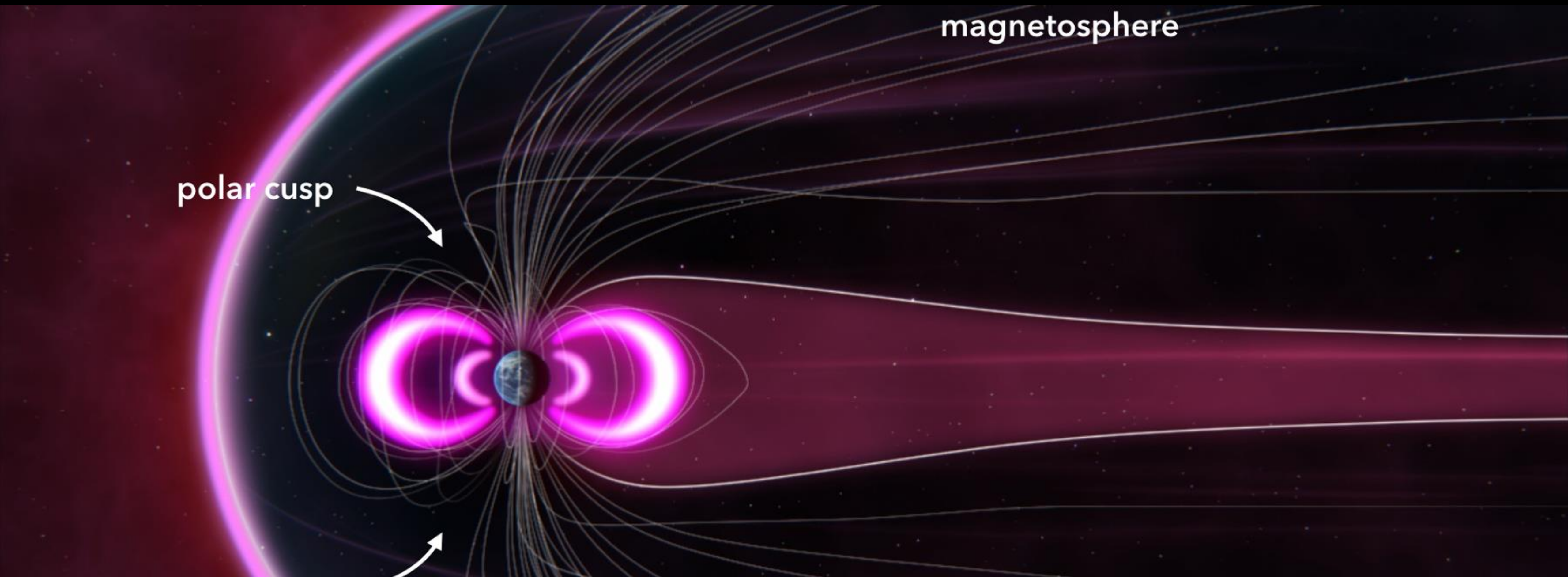
La Terre est-elle une planète pauvre ou riche en **eau** ?



Quelques idées reçues

Pour qu'une planète puisse abriter la vie, il faut qu'elle possède un champ magnétique, **NON !**
parce que sinon son atmosphère est soufflée par le vent stellaire.

parce que sinon la surface est bombardée par des particules chargées. **NON !**



Quelques idées reçues

Pour qu'une planète puisse abriter la vie, il faut qu'elle possède une lune massive pour stabiliser son axe de rotation, sinon le climat serait instable.

NON !



Quelques idées reçues

La Terre peut abriter la vie parce que Jupiter la protège d'impacts cométaires **NON !**



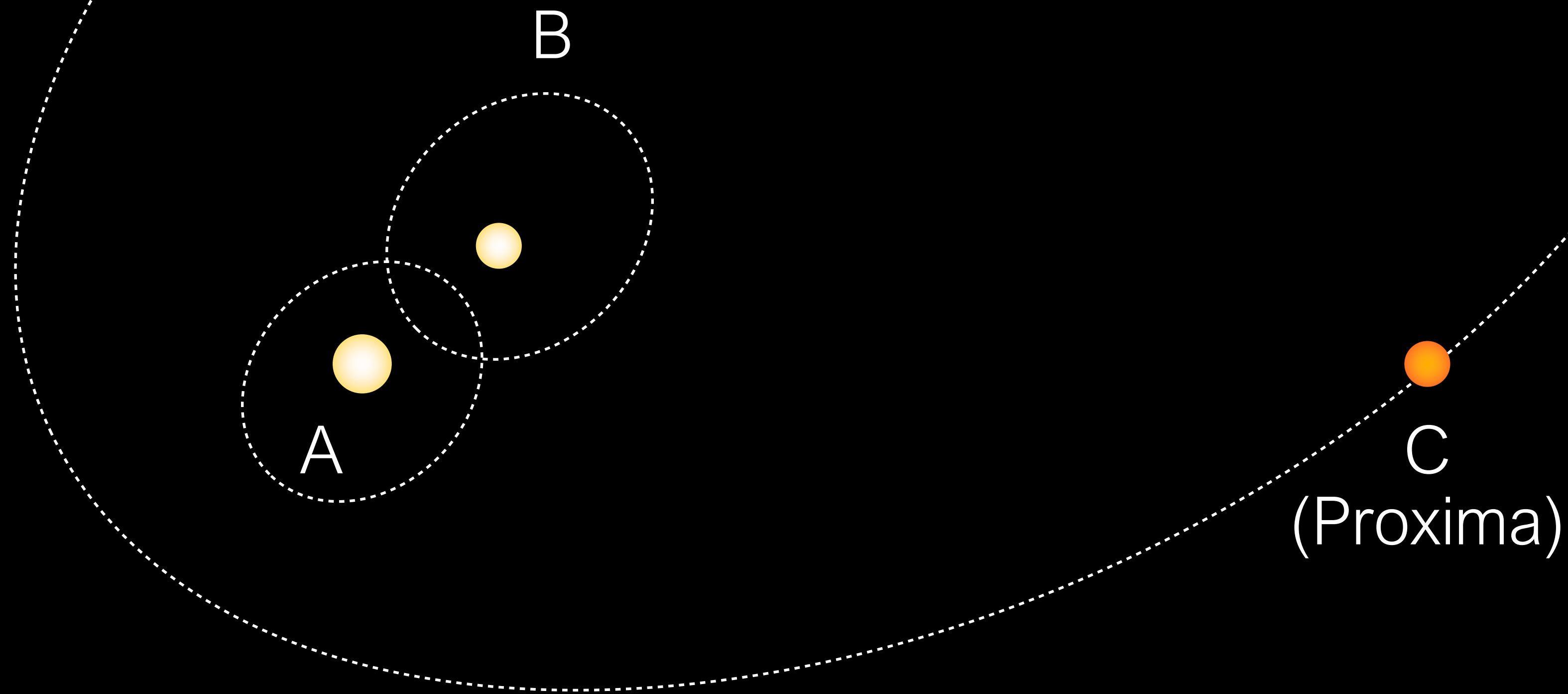
Alpha Centauri

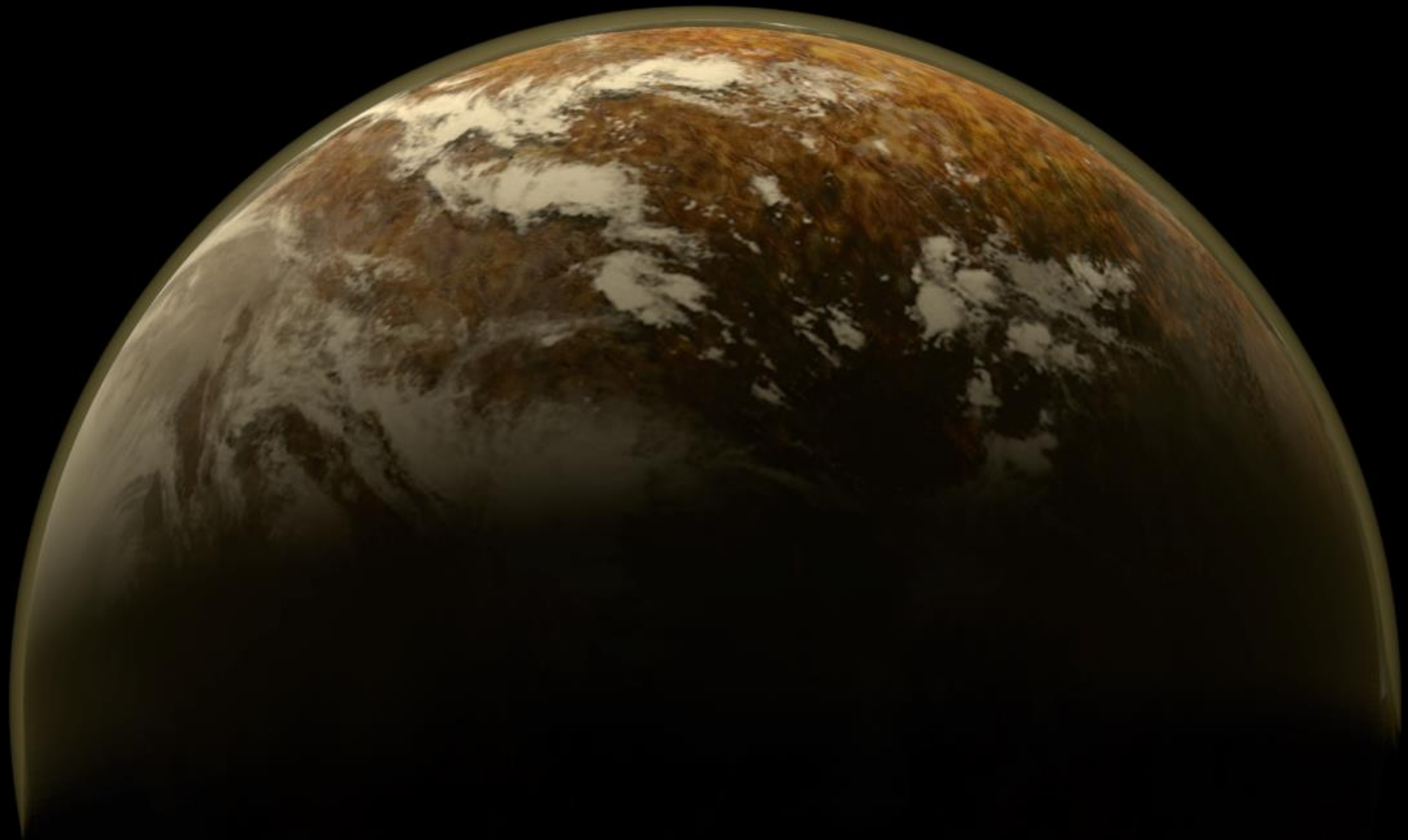
AB

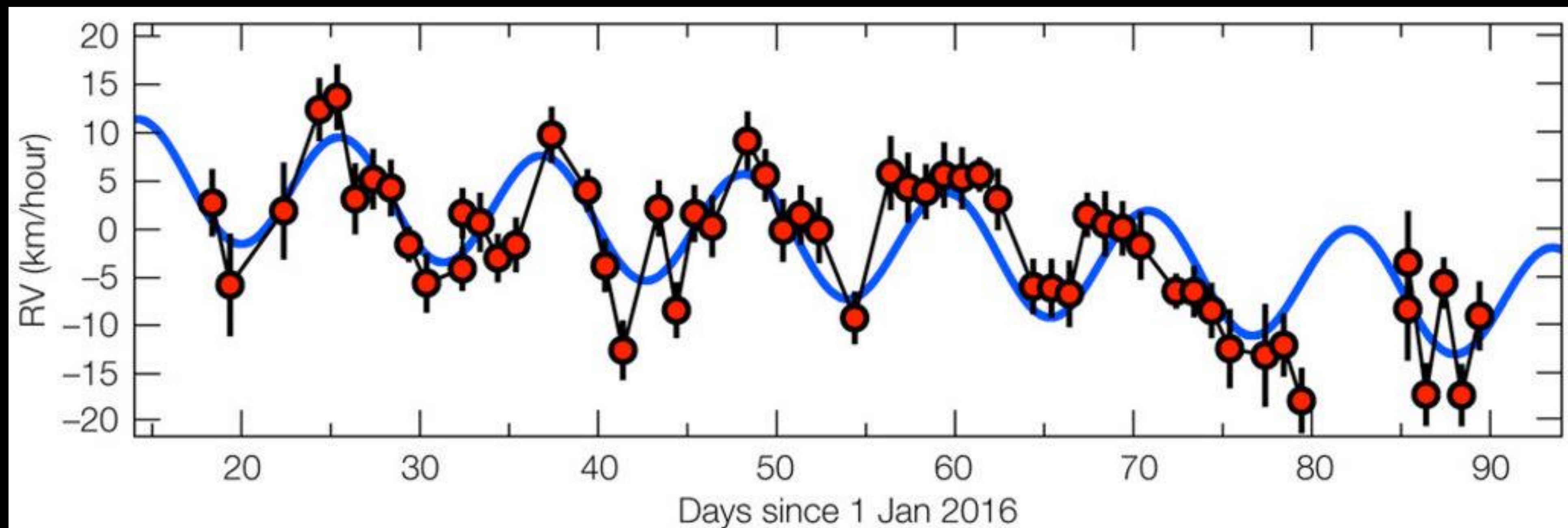
C

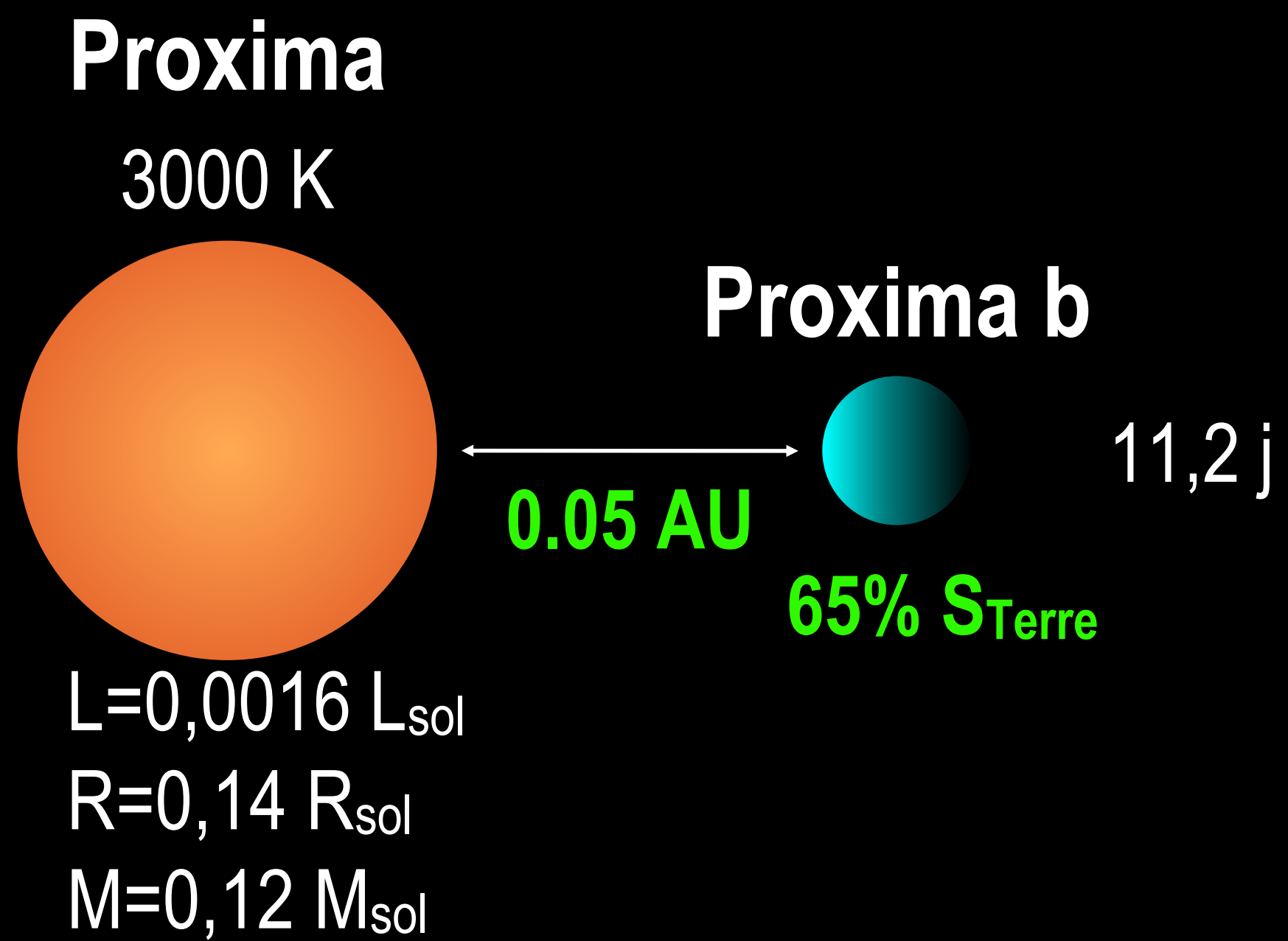
Alpha Cen AB
X-Ray
close-up

Alpha Centauri

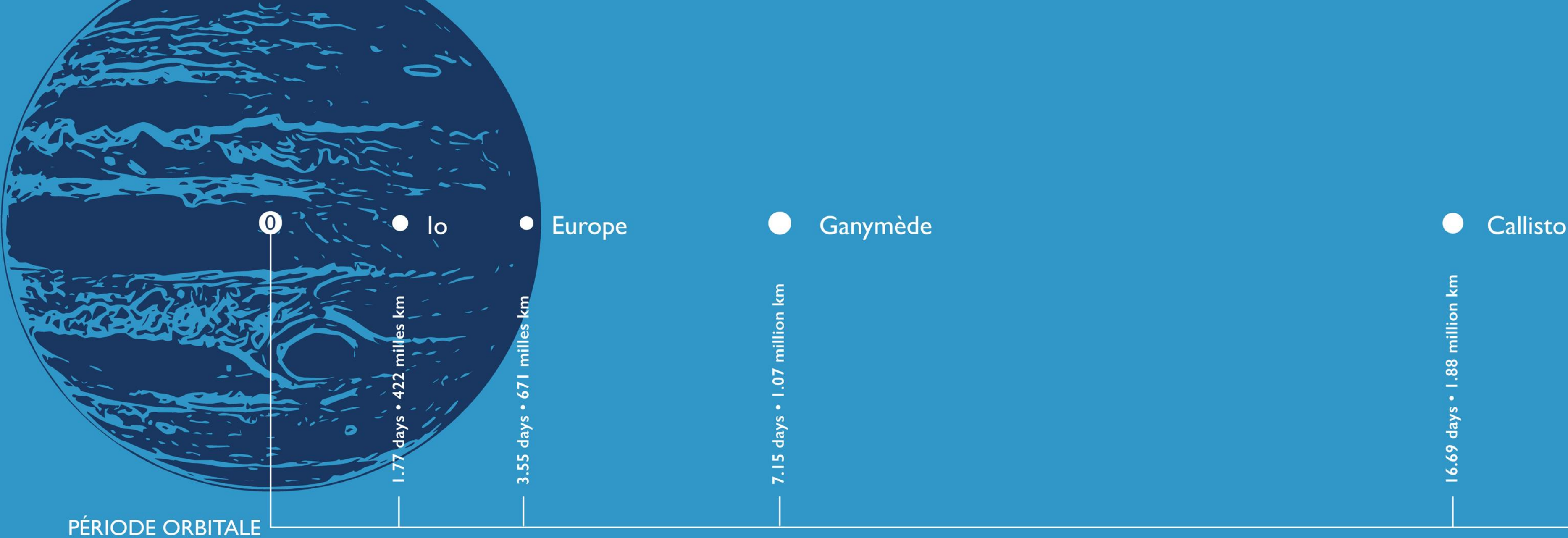








Système de Jupiter

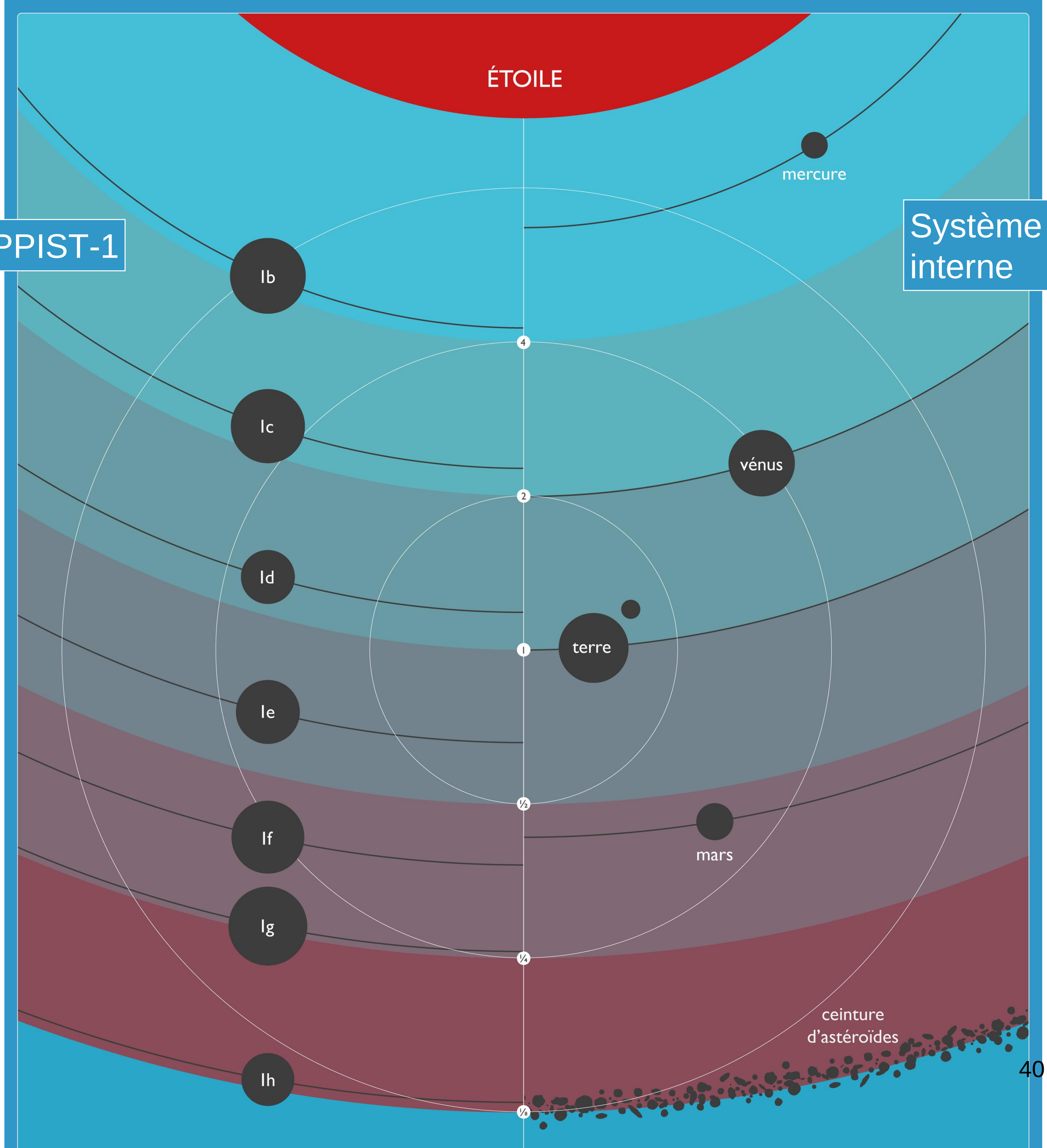


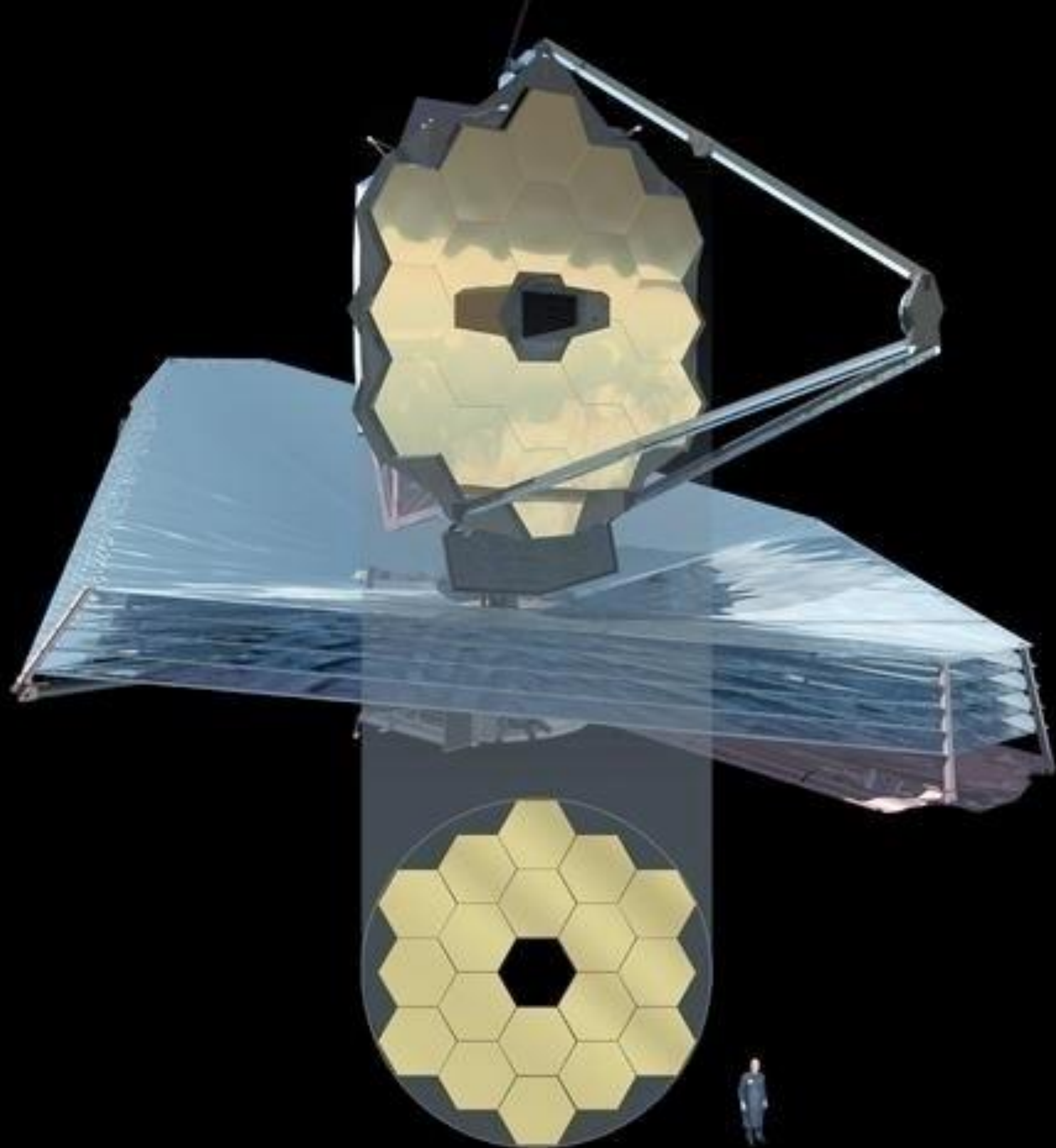
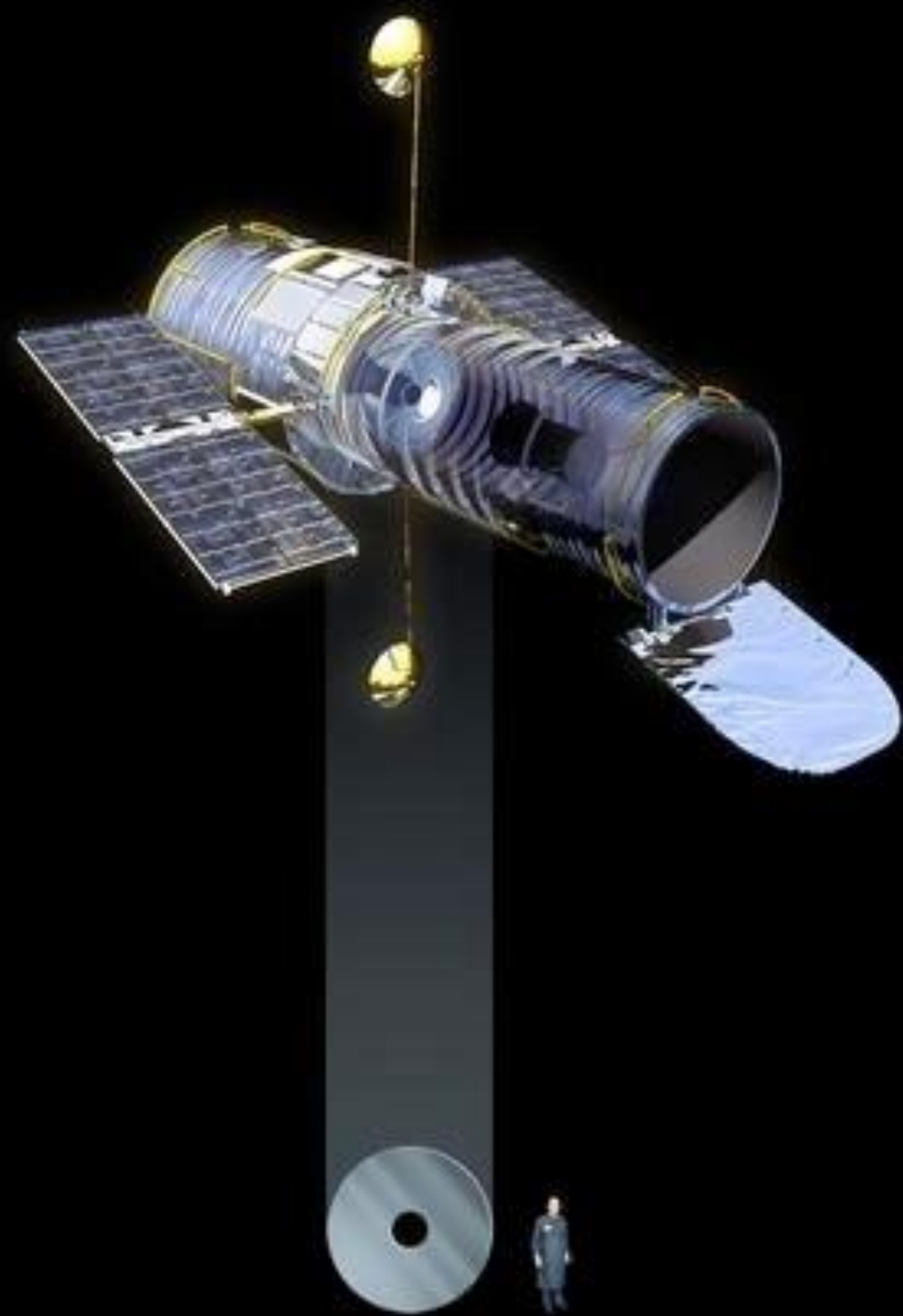
Système de TRAPPIST-1



TRAPPIST-1

Système solaire interne

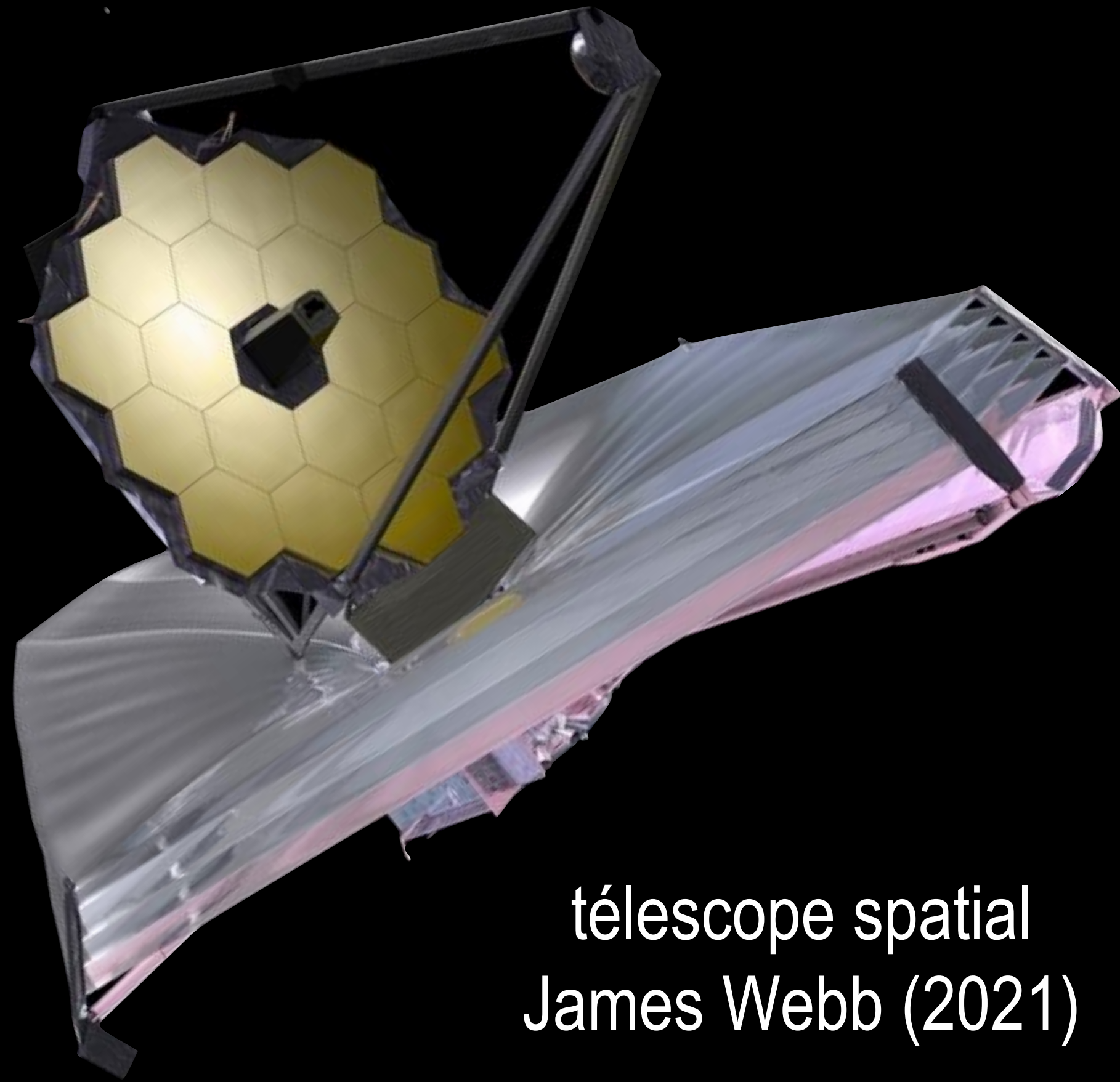




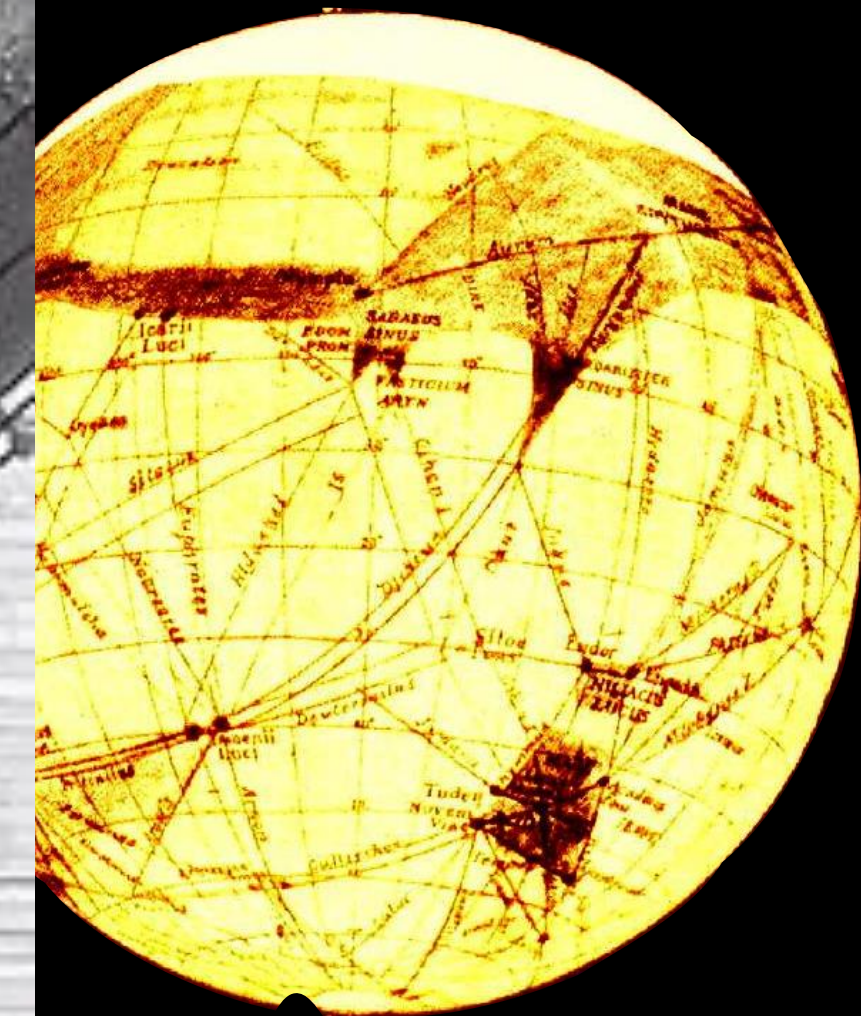
LA PROCHAINE ÉTAPE

Etudier la diversité des atmosphères d'exoplanètes telluriques, comprendre leur formation, leur évolution.

Ce sera un travail long et difficile mais un pré-requis à toute tentative future de recherche de signes de vie.



télescope spatial
James Webb (2021)



Percival Lowell
(1914)

CE QUE L'ON NE SAIT PAS

La **vie** est-elle

rare au point que notre univers observable ne contient pas
d'autres planètes habitées

ou

tellement **commune** que des étoiles très proches en possèdent

?





MERCI !