

la vie dans l'univers





Sur notre planète, la vie abonde. Mais est-ce le cas ailleurs ?
L'existence de la biosphère constitue-t-elle un phénomène unique dans l'Univers ?

Depuis des millénaires, la question des origines est posée partout dans le monde.
De nos jours, les progrès technologiques donnent l'espoir d'y répondre, du moins en partie.

Les formes de vie présentes sur Terre fournissent certains indices susceptibles de nous aider
à trouver des communautés analogues en-dehors de la biosphère terrestre.

La quête de l'eau extraterrestre est donc commencée
et les missions robotiques s'emploient à détecter cette ressource-clé du Vivant.

Mais si la vie extraterrestre, dans ses manifestations les plus simples, est bel et bien un jour débusquée,
pourrait-on en revanche rêver trouver des êtres conscients avec qui dialoguer ?

Les grandes caractéristiques de la vie :

1. Métabolisme
2. Reproduction
3. Homéostasie
4. Organisation
5. Croissance
6. Adaptation
7. Réponse aux stimuli



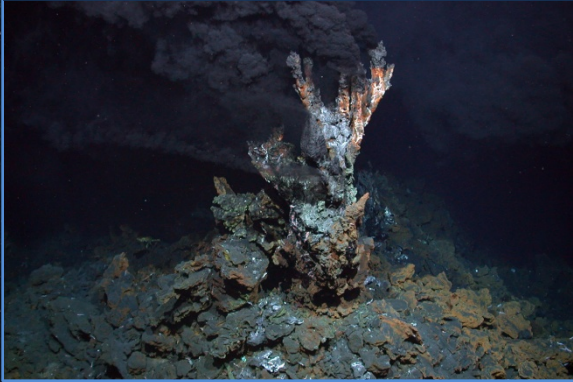
La recherche de formes de vie extraterrestres est une quête intense. Mais qu'entend-t-on exactement lorsque nous parlons de « vie » ? La définition même de la vie est passionnément débattue. Certaines caractéristiques semblent néanmoins incontournables. Parmi elles, le *métabolisme* (l'extraction de nutriments dans l'environnement, leur transformation et l'excrétion de déchets) et la *reproduction*. La liste pourrait être élargie et inclure l'*homéostasie* (le maintien d'une condition interne stable, comme la chaleur), l'*organisation* vers une plus grande complexité, la *croissance*, l'*adaptation* aux changements qui surviennent dans l'environnement, ainsi que la *réponse aux stimuli*.

Les milieux extraterrestres susceptibles d'abriter la vie ne sont probablement pas tous aussi favorisés que la Terre, avec son climat, ses océans et son atmosphère. Malgré cela, bien des lieux terrestres sont extrêmes à leur manière ; seules quelques espèces, les *extrémophiles*, peuvent habiter ces habitats hors du commun. Ces environnements nous renseignent sur les limites au-delà desquelles la vie telle que nous la connaissons n'est plus possible.

Différents types d'extrémophiles :

- Vie anaérobie – vivant sans oxygène
- Vie thermophile – vivant à de hautes températures
- Vie psychrophiles – vivant à de basses températures
- Vie acidophile – vivant dans les milieux acides
- Vie alkalophile – vivant dans les milieux alcalins
- Vie halophile – vivant dans les milieux salés
- Vie piézophile – vivant à des pressions élevées
- Vie xérophile – vivant dans les milieux secs
- Vie radorésistante – survivant aux radiations

Cheminée hydrothermale



Lac du volcan Licancabur | Désert d'Atacama



White Island



Étang Don Juan | Vallées sèches de McMurdo



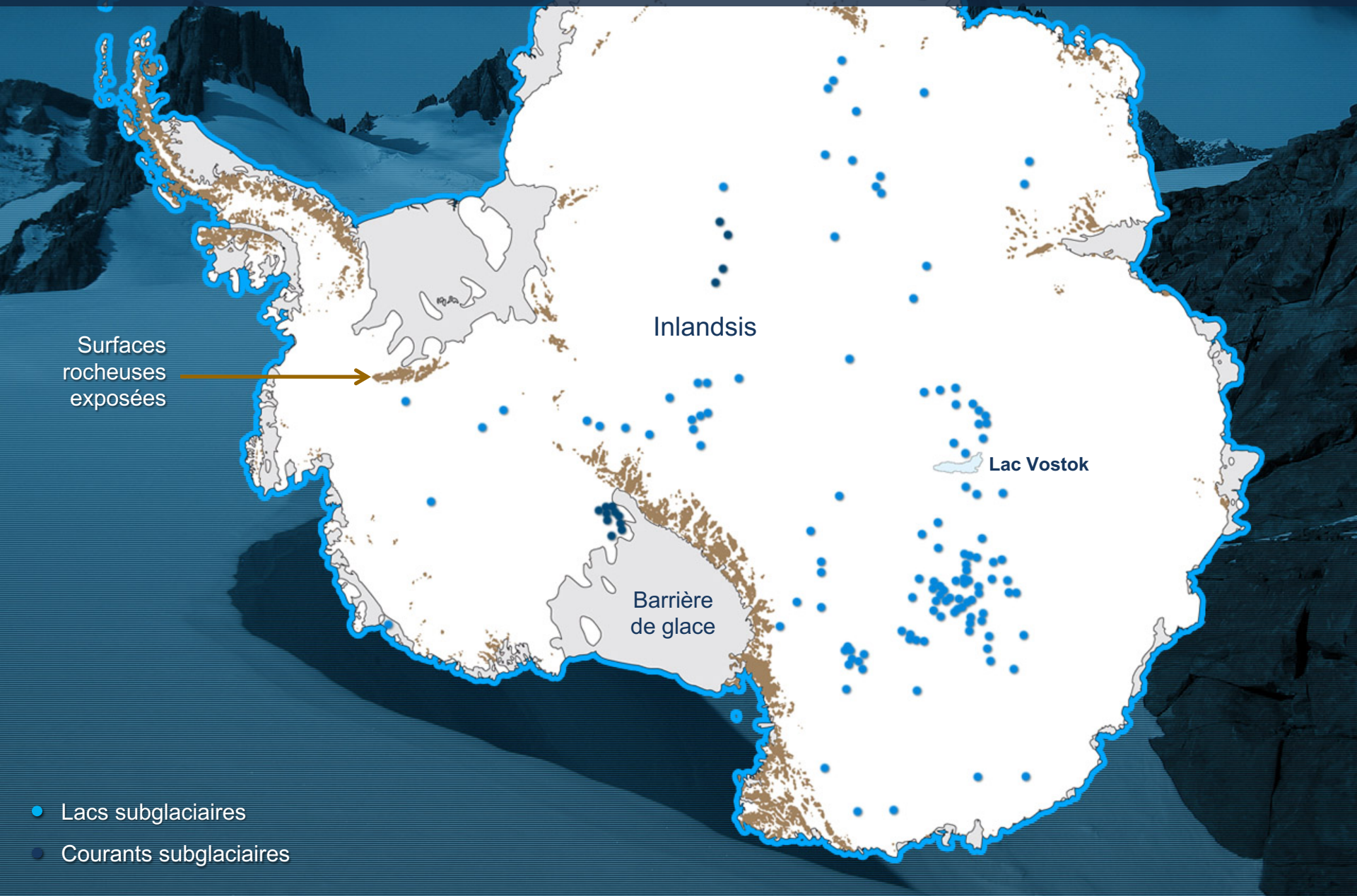
La Terre compte des environnements extrêmes exemplaires où la vie existe néanmoins :

- Les lieux chauds et acides, comme le volcan White Island au large de la Nouvelle-Zélande ;
- Les lieux noirs et soumis à de fortes pressions, comme les cheminées hydrothermales ;
- Les lieux secs, clos et élevés, comme le lac du Licancabur, dans le Désert d'Atacama ;
- Enfin, les lieux froids, secs et très salés, comme l'étang Don Juan, en Antarctique.



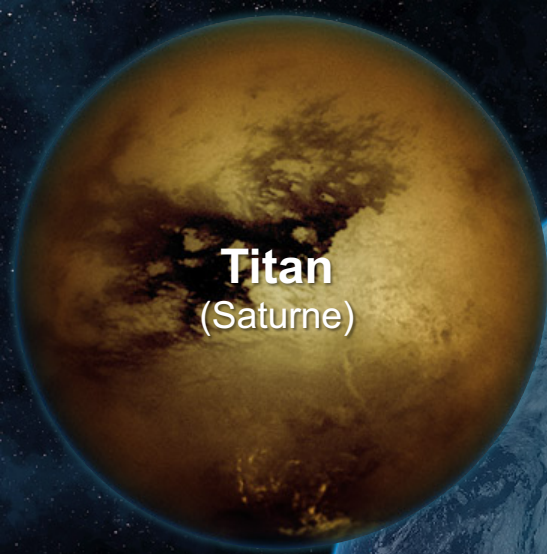
Ici, dans les eaux bouillantes de Yellowstone, le plus grand volcan actif de la Terre, des bactéries prolifèrent en tirant leur énergie des éléments chimiques en présence, plutôt que du Soleil par photosynthèse.

L'Antarctique est le plus froid et le plus sec, en somme le plus inhospitalier, des continents terrestres. En 1996, la découverte du Lac Vostok, un vaste lac subglaciaire situé sous 4 kilomètres de glace et couvrant une superficie de 15 690 km², fit sensation dans le monde scientifique car, en effet, un écosystème s'y trouverait, isolé du reste de la biosphère depuis des millions d'années. Depuis, environ 145 lacs subglaciaires ont été identifiés sous l'inlandsis antarctique. Pareils écosystèmes isolés motivent l'investigation des océans subglaciaires ailleurs dans le Système Solaire, comme nous le verrons.



Voici un exemple célèbre d'extrêmophile : le Tardigrade, un étonnant et minuscule animal multicellulaire. Cet animal peut survivre à de fortes radiations, aux substances toxiques, aux pressions intenses, aux températures très froides ou très chaudes. Le Tardigrade est également capable d'entrer en cryptobiose, un état semblable à l'hibernation où l'activité vitale est réduite à 0,01% de la normale !

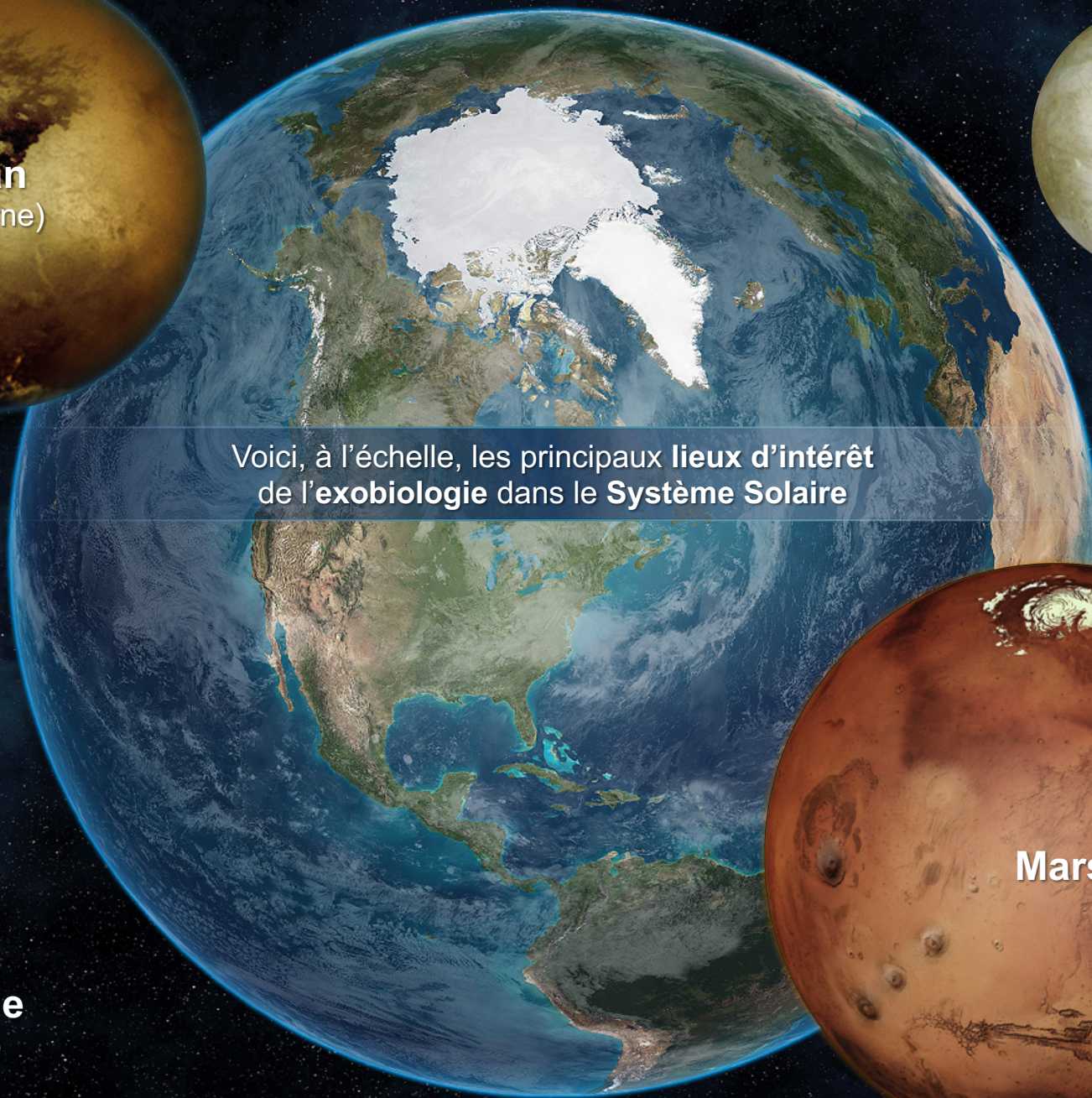




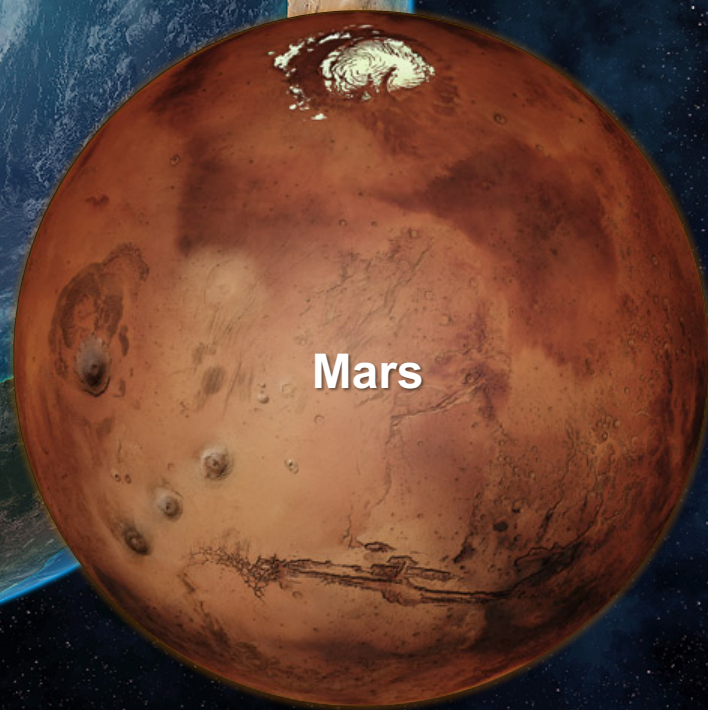
Titan
(Saturne)



Europe
(Jupiter)



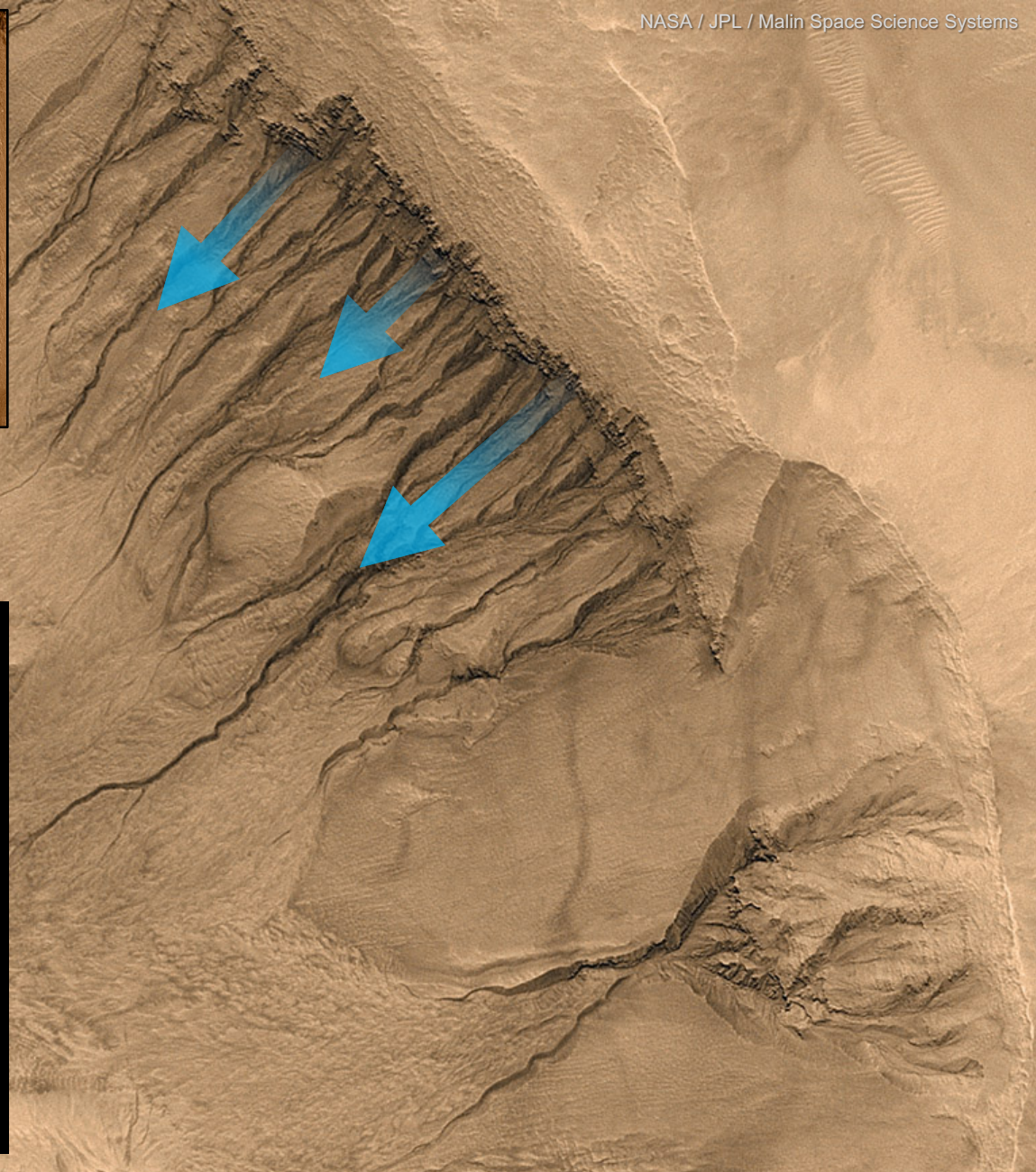
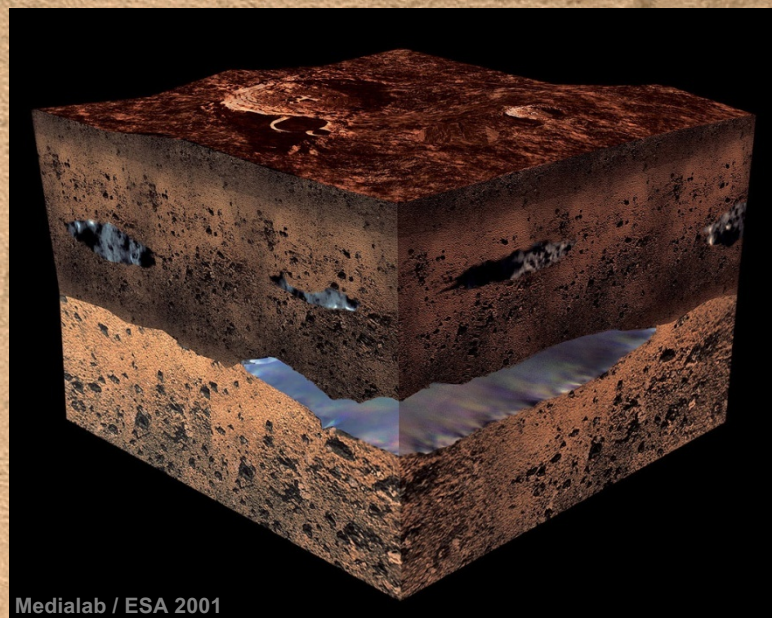
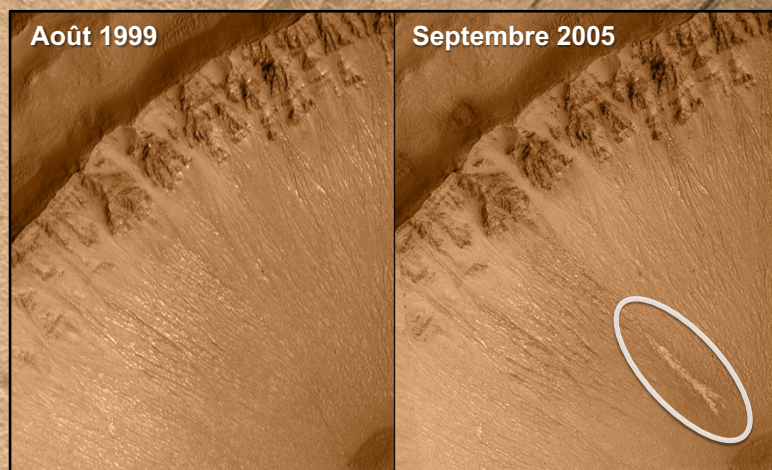
Voici, à l'échelle, les principaux lieux d'intérêt
de l'exobiologie dans le **Système Solaire**



Mars

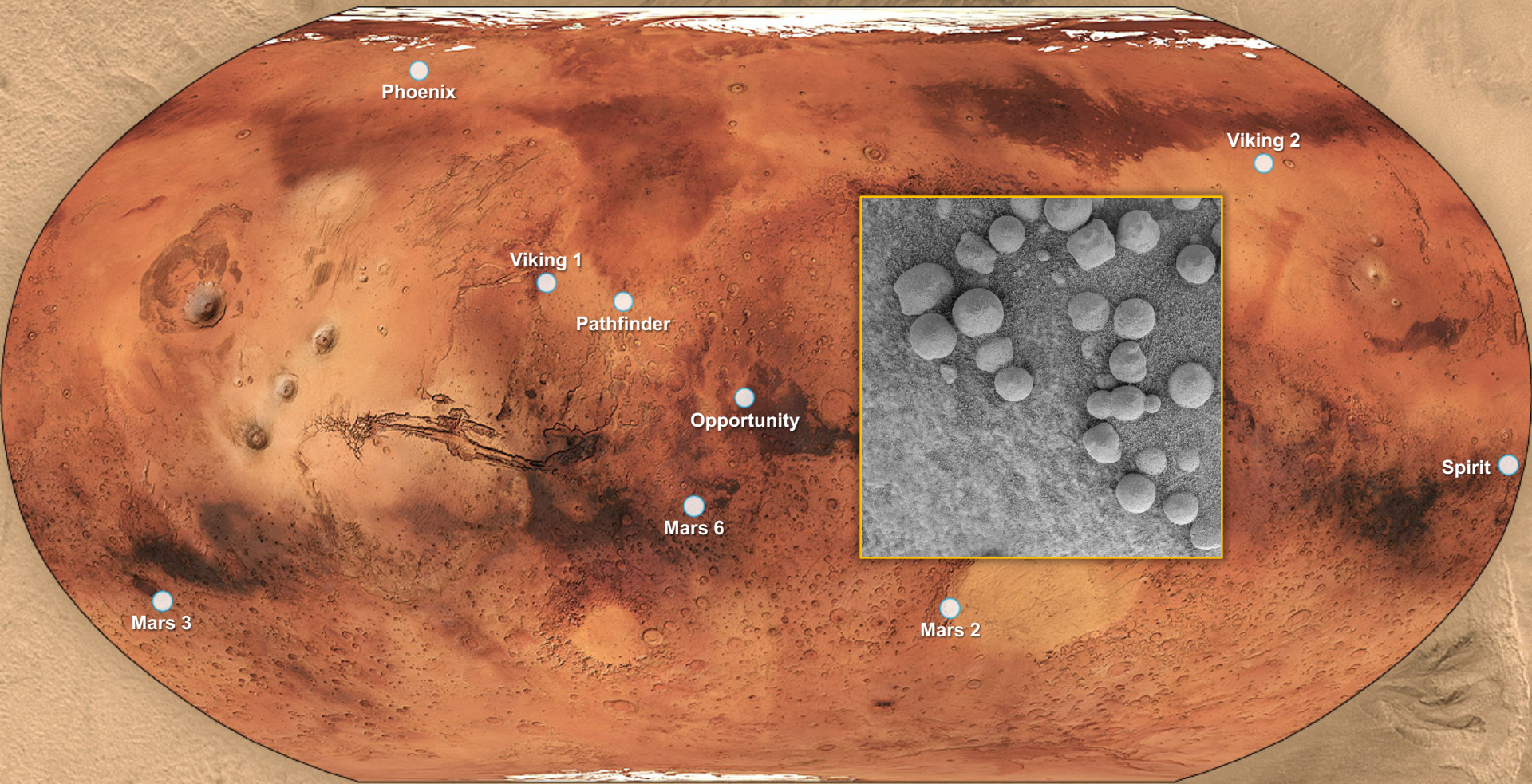


Encelade
(Saturne)



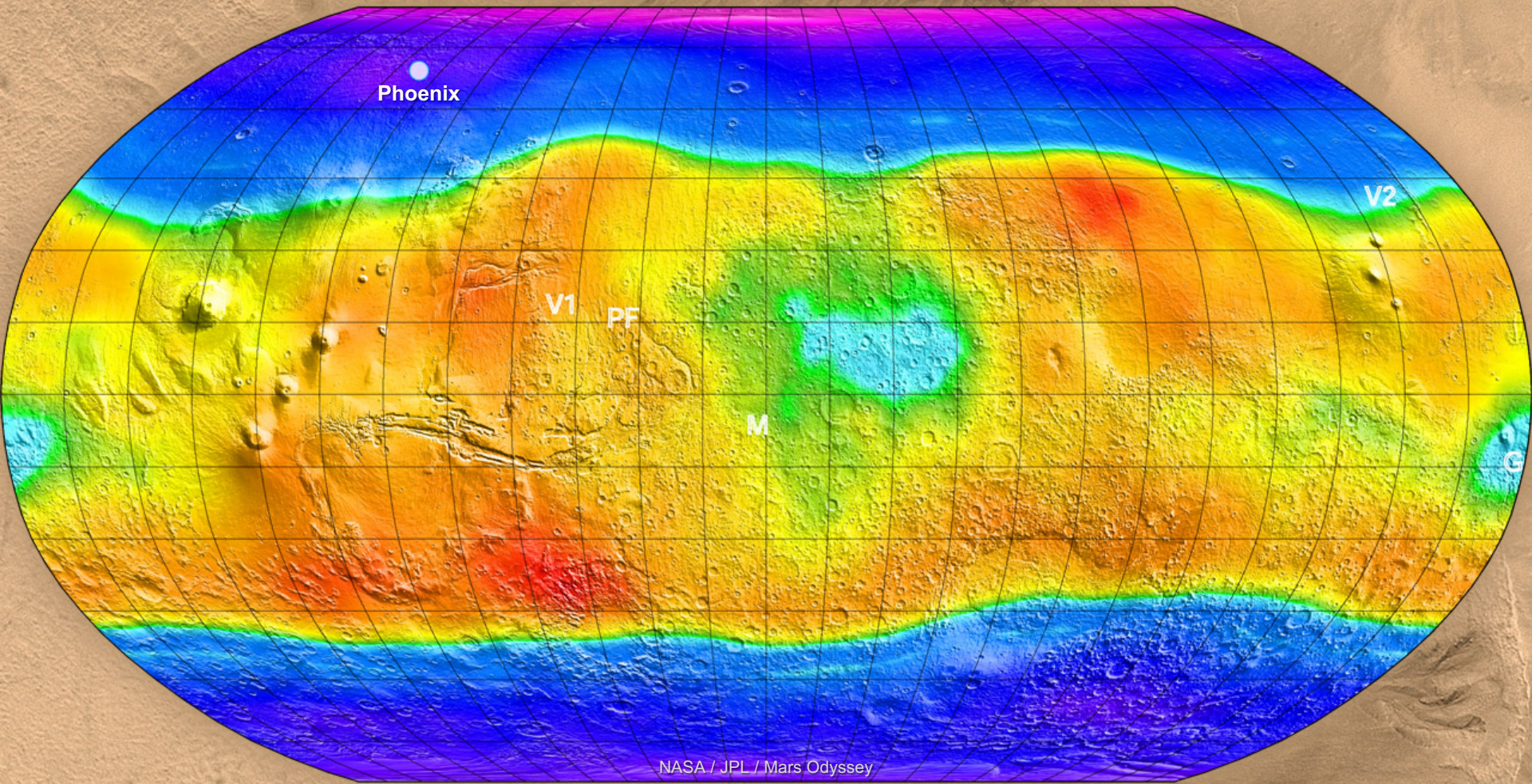
Durant une décennie, de 1996 à 2006, la sonde américaine *Mars Global Surveyor* a photographié la surface martienne, révélant un monde tantôt familier tantôt surprenant. Parmi les trouvailles de MGS, il y a ces rigoles qui dévalent le rebord d'un cratère. Ces ornières semblent avoir été creusées par un liquide surgit depuis le sous-sol martien. La longévité de la mission a également permis d'identifier les changements qui se sont produits à la surface, comme cette nouvelle coulée apparut entre 1999 et 2005. Si cette hypothèse est validée, cela signifierait que des nappes liquides – peut-être de l'eau – sont présentes sous la surface de la planète Mars.

l'exploration robotique de Mars



Au cours des dernières décennies, plusieurs missions robotiques ont été envoyées vers Mars et sa surface. Il y eut de nombreux échecs ; les succès, eux, furent néanmoins historiques. Les sondes *Spirit* et *Opportunity* se sont posées en 2003 et, après avoir récolté des données durant plus de 4 années, elles ont grandement enrichi notre compréhension de la planète rouge. Une découverte importante est la présence de sphérules d'hématite, un minéral qui se forme typiquement dans les environnements aqueux.

l'eau de Mars

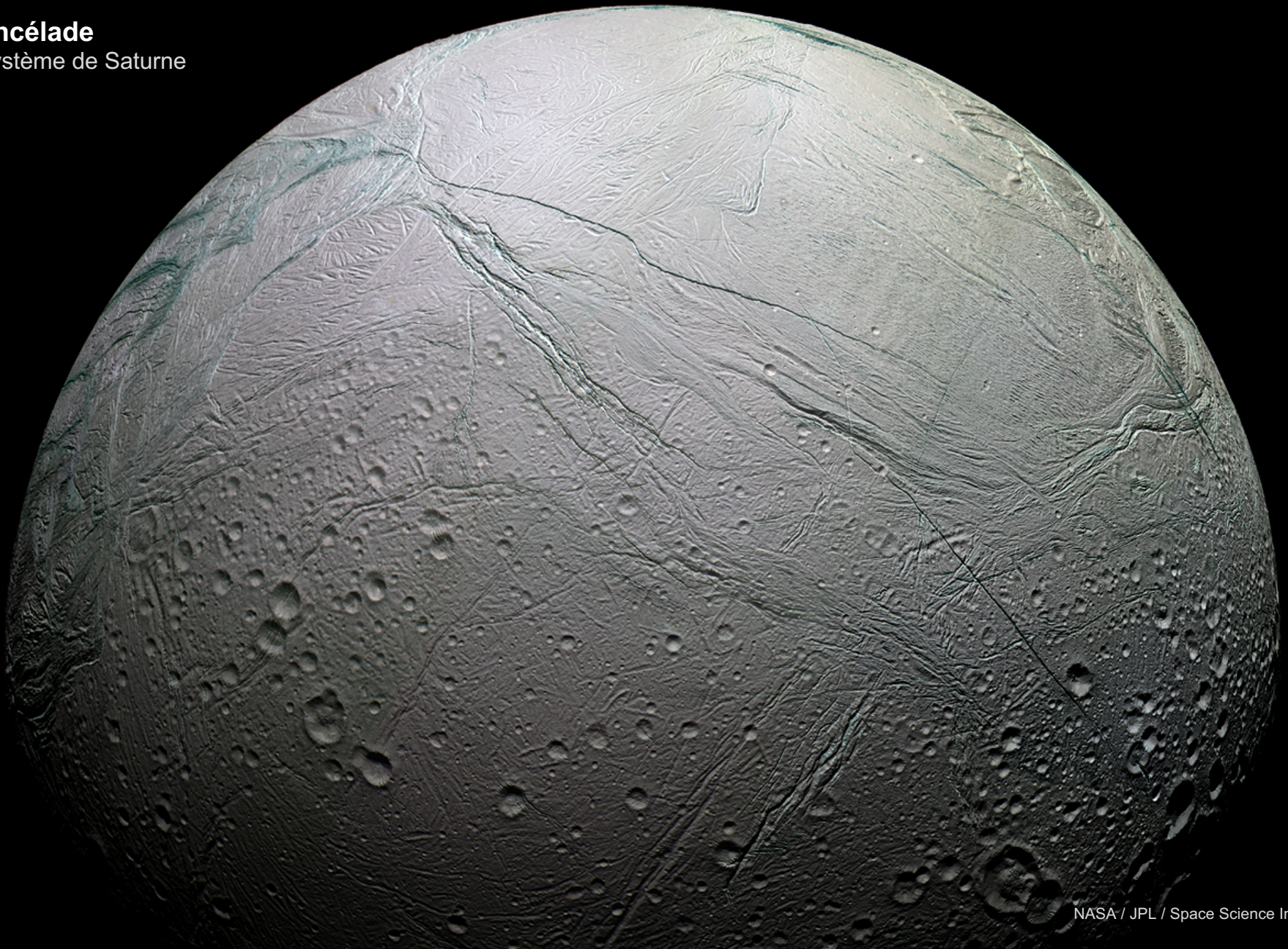


NASA / JPL / Mars Odyssey

Cette carte en fausses couleurs indique les zones souterraines riches en hydrogène. Les spécialistes de Mars pensent que de l'eau pourrait s'y trouver. Les régions bleues-violetées sont les plus fournies en H_2 ; à l'opposé, les régions jaunes-rougeâtres en sont les plus dépourvues. La sonde Phoenix, à laquelle le Canada a pris part, se posera dans une région polaire riche, croit-on, en eau souterraine. Phoenix est équipé pour creuser le sol environnant.

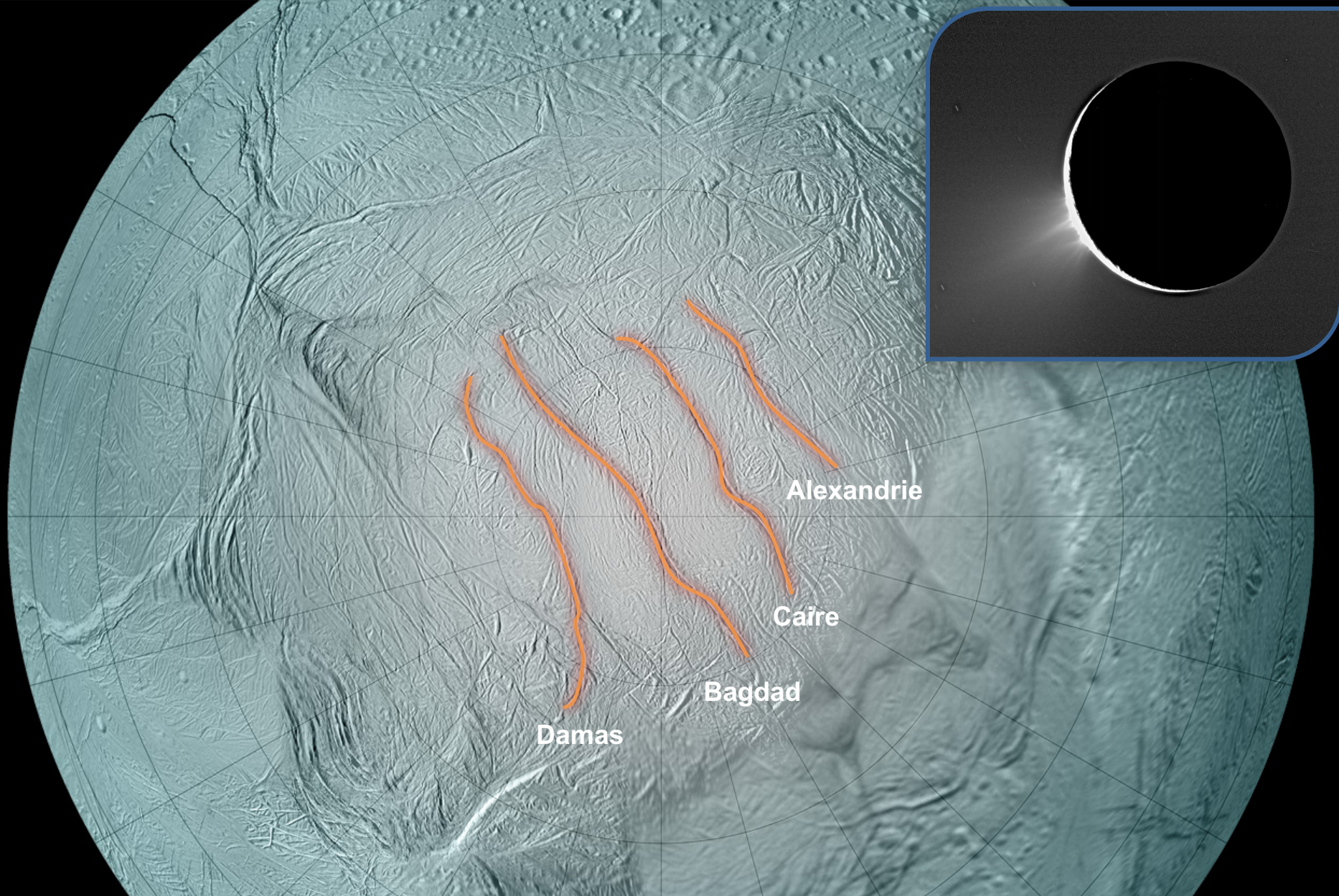
Encélade

Système de Saturne



NASA / JPL / Space Science Institute

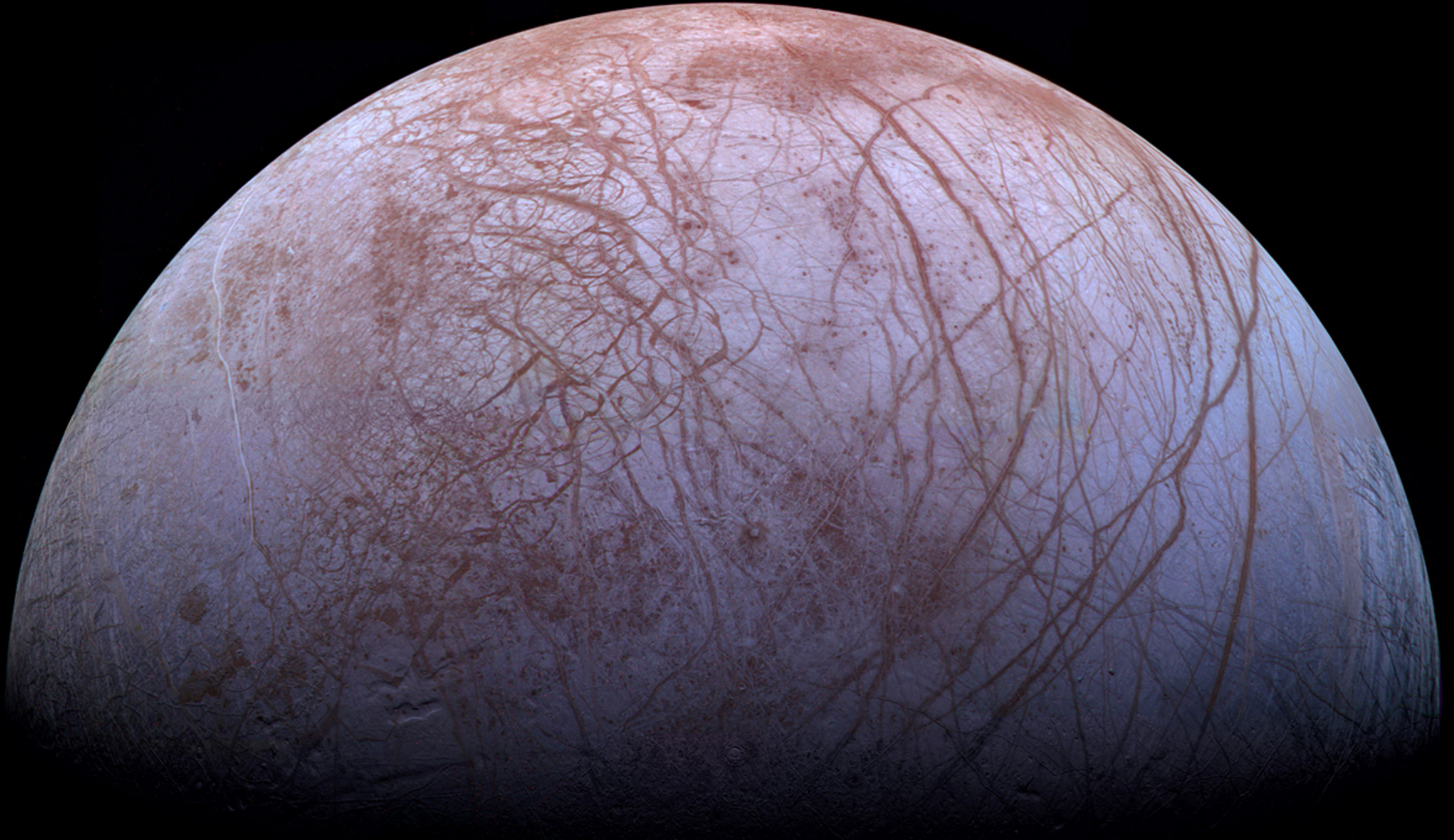
Encélade est le sixième plus gros des nombreux satellites naturels du système de Saturne. Sa surface est très réfléchissante et serait âgée d'à peine 100 millions d'années. Encélade est également l'un des trois astres, outre la Terre, où des éruptions volcaniques ont été observées dans le Système Solaire (les deux autres étant Io et Triton).



La région du Pôle Sud d'Encélade présente des « stries tigrées », nommées en hommage aux *Mille et Une Nuits* de [Richard F. Burton](#). Ces stries sont des dorsales fissurées en leur centre et desquelles émanent des jets similaires aux geysers terrestres. La sonde Cassini a détecté des courants de chaleur circulant sous ces dorsales, preuve qu'Encélade pourrait abriter une forme de *cryovolcanisme*, à savoir des volcans actifs sous la glace. Les geysers d'Encélade sont composés d'eau, de dioxyde de carbone, de méthane et d'hydrocarbures complexes, tel le propane et l'acétylène.

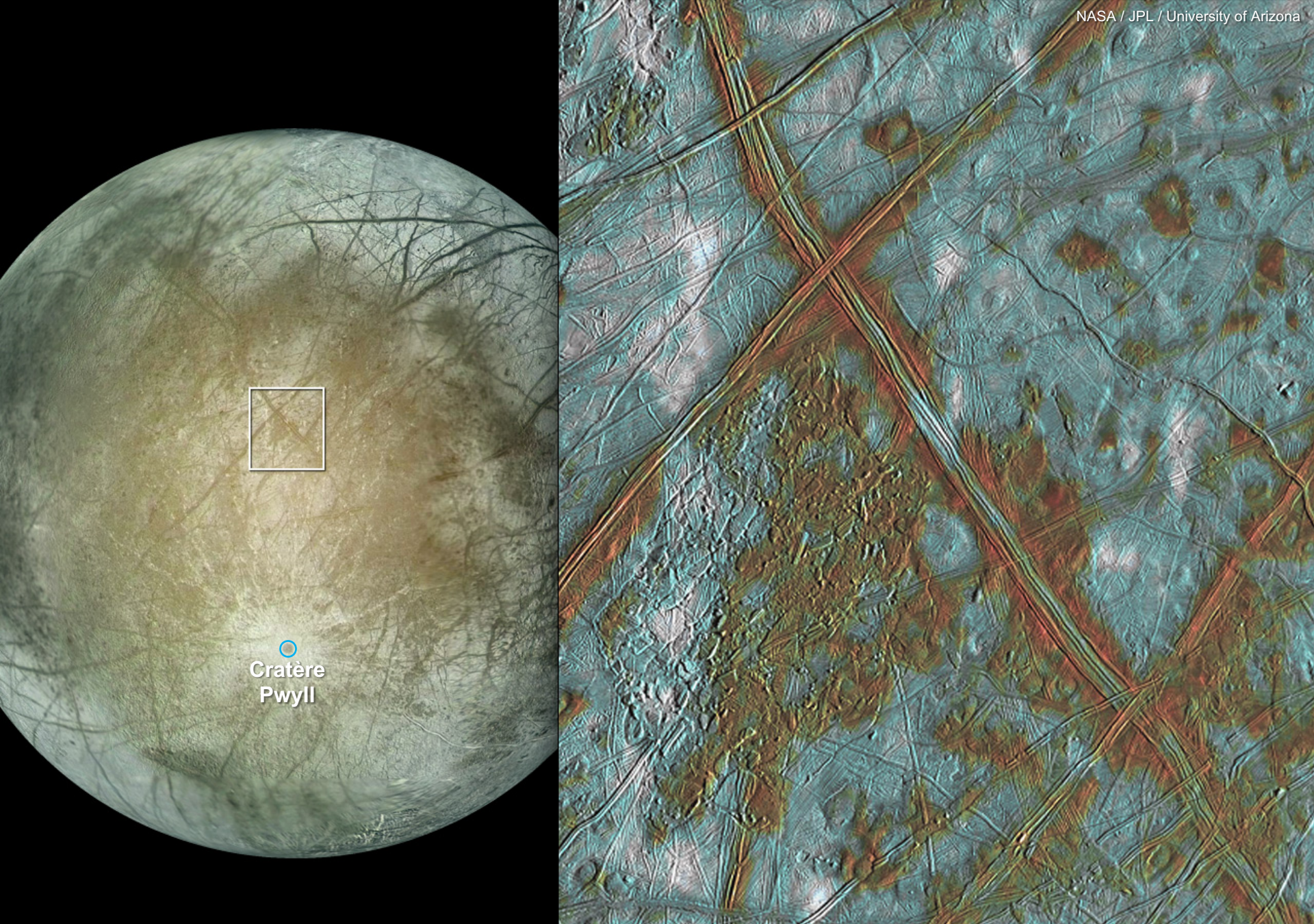
Europe

Système de Jupiter



NASA / JPL / University of Arizona

Europe est le quatrième plus gros satellite naturel de Jupiter et le corps le plus lisse du Système Solaire. Sa surface est parcourue par un réseau intriqué de lignes qui seraient, croit-on, des zones de fracture causées par une activité sous-jacente. Différents modèles existent pour expliquer ce que cache cette énigmatique surface. L'hypothèse d'un océan subglaciaire est privilégiée.

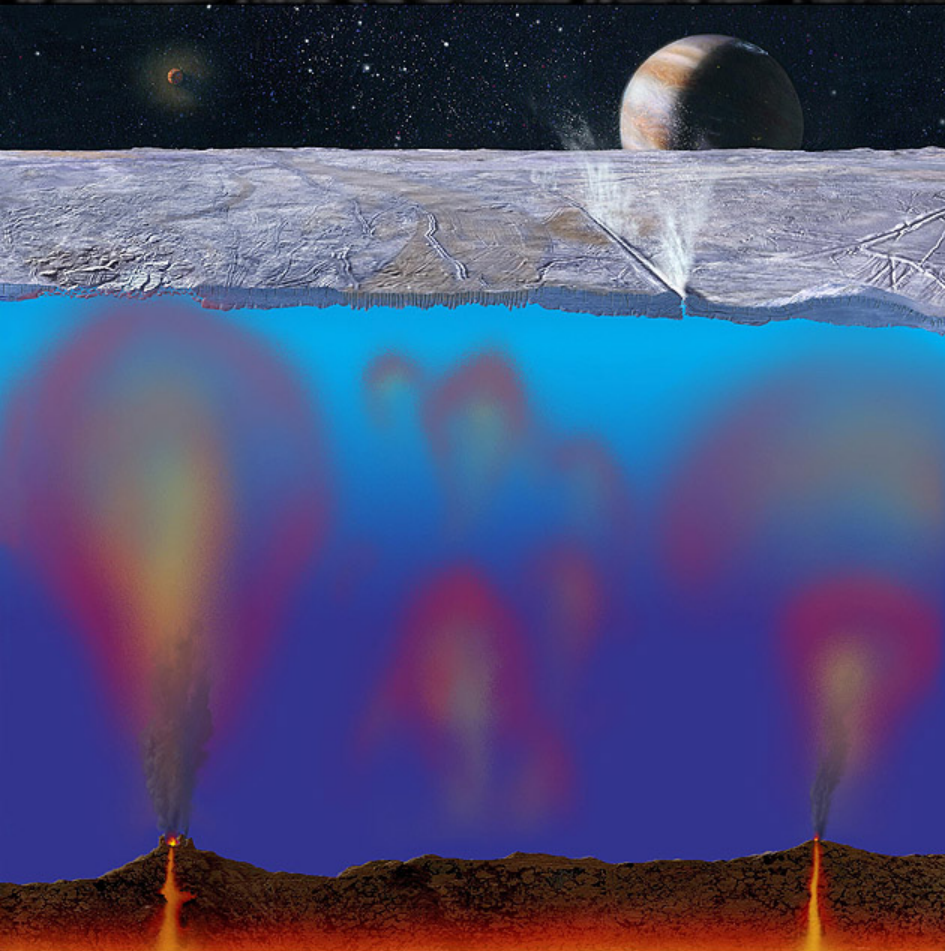


Cratère
Pwyll

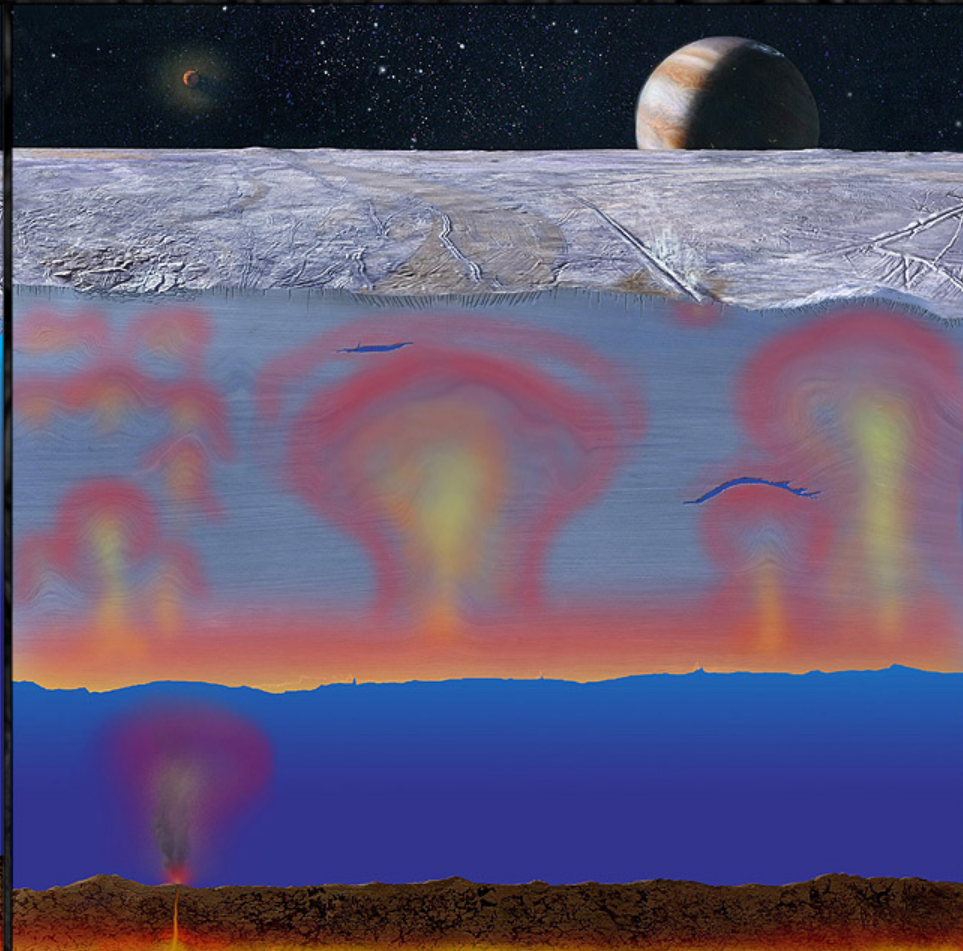
Le cratère Pwyll est l'une des plus récentes formations d'Europe et ses scories sont visibles dans l'agrandissement (régions claires). Les régions bleuâtres sont des plaines de glace, tandis que les régions brunâtres sont constituées de matériaux autres que de la glace.

un océan sous Europe ?

Deux grands modèles divisent les planétologues quant à ce que couvre la surface d'Europe. Tous deux incluent l'émission de chaleur sous la glace. Plus d'observations seront nécessaires pour trancher.



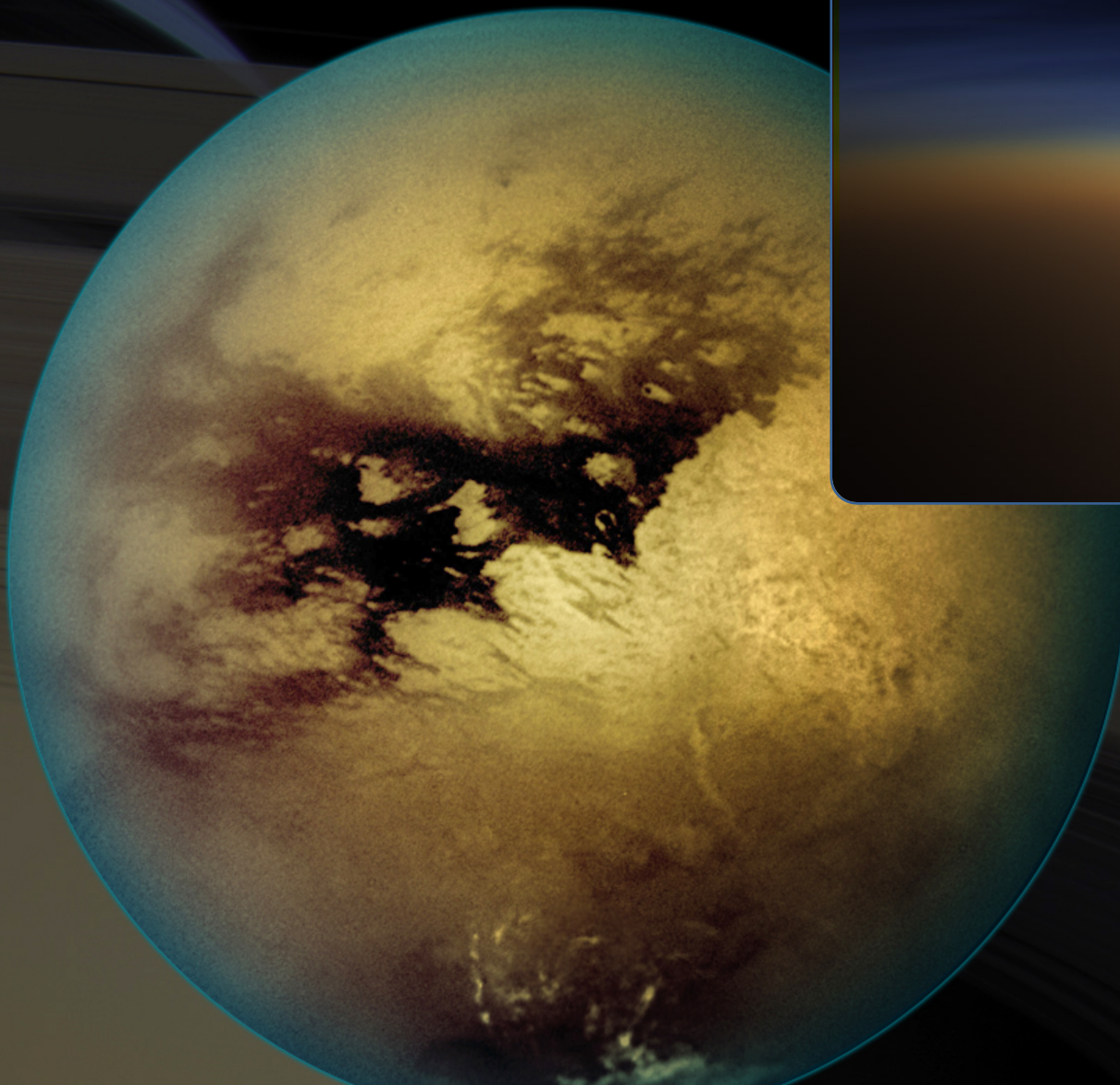
Le modèle de « glace mince » postule que la glace surfacique est supportée et mue par un océan présent à une faible profondeur, environ 200 mètres sous elle. Cette hypothèse expliquerait les régions chaotiques et concassées d'Europe.



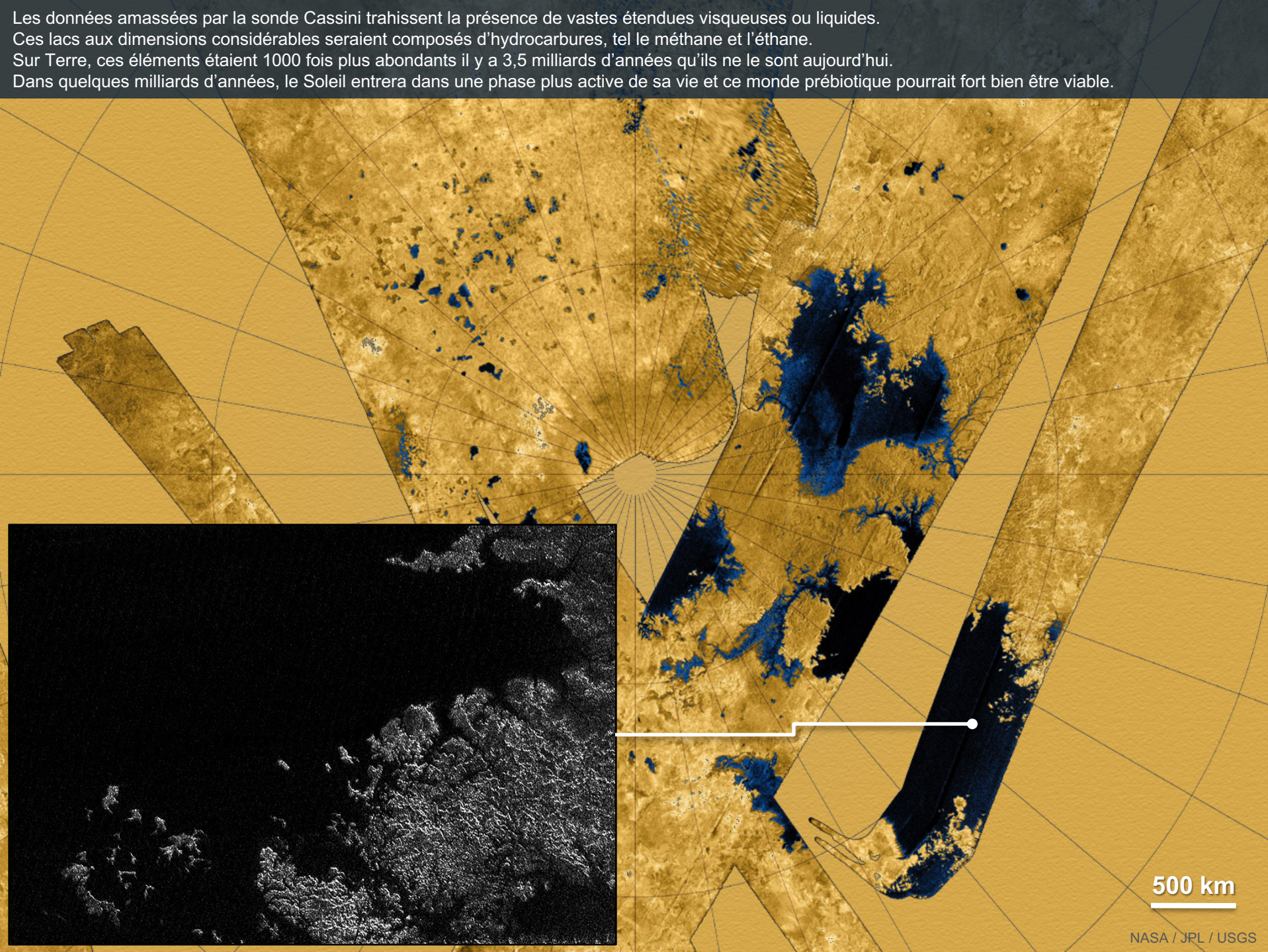
Le modèle de « glace épaisse » avance quant à lui l'idée d'une couche de glace molle et chaude entre l'océan liquide et l'écorce glaciaire solide. L'océan se trouverait à une centaine de kilomètres sous ces couches mais il n'en serait pas moins imposant, soit environ deux fois le volume des océans terrestres !

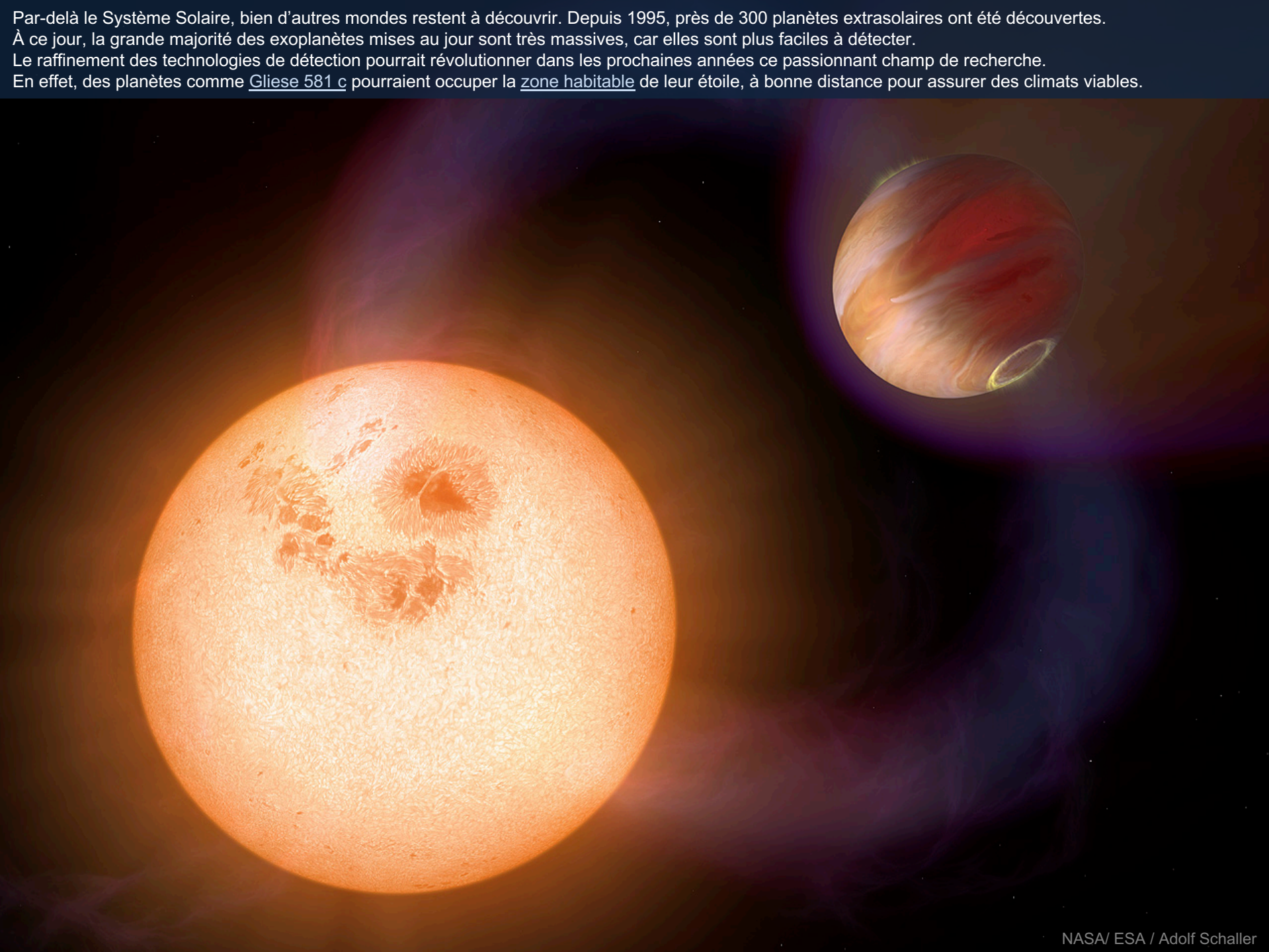
Titan

Système de Saturne



La plus grosse lune de Saturne, Titan, est le seul satellite du Système Solaire à posséder une atmosphère et les signes d'un liquide à sa surface. 98,4% de l'atmosphère de Titan est composé d'azote (contre 78% sur Terre), le méthane et une douzaine d'éléments se partageant le reste. Titan demeure un monde froid, la température au sol s'approchant de $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$. L'intérêt de cet astre repose dans ses similitudes avec la Terre peu de temps avant que la vie ne s'y soit développée, il y a 4 milliards d'années.





Par-delà le Système Solaire, bien d'autres mondes restent à découvrir. Depuis 1995, près de 300 planètes extrasolaires ont été découvertes. À ce jour, la grande majorité des exoplanètes mises au jour sont très massives, car elles sont plus faciles à détecter. Le raffinement des technologies de détection pourrait révolutionner dans les prochaines années ce passionnant champ de recherche. En effet, des planètes comme Gliese 581 c pourraient occuper la zone habitable de leur étoile, à bonne distance pour assurer des climats viables.

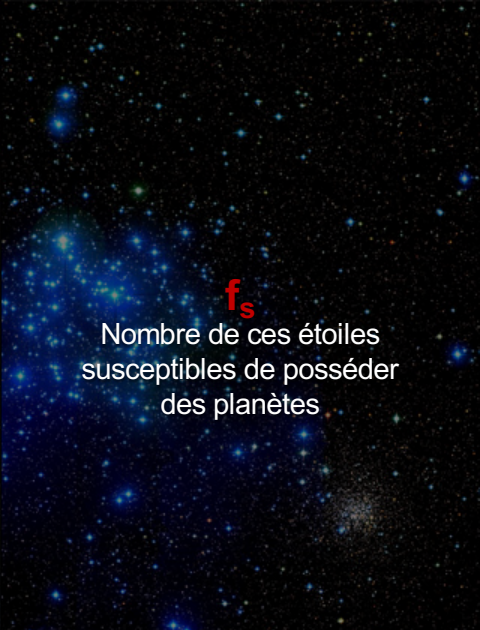


Avec ses 305 mètres de diamètre, le radiotélescope d'Arecibo, situé à Porto Rico, est le plus grand œil de la Terre. Cet imposant instrument fonctionne 24 heures par jour et il est utilisé dans de nombreux domaines de recherche. Le radiotélescope d'Arecibo est également employé dans la recherche de formes de vie intelligentes, le fameux programme [SETI](#). SETI est le programme de recherche de formes de vie extraterrestres intelligentes capables d'émettre des ondes radio. La formidable masse d'informations qu'il amasse est alors analysée par des milliers d'ordinateurs domestiques avec [SETI@Home](#).



R^*

Nombre d'étoiles en formation par an dans la Voie Lactée



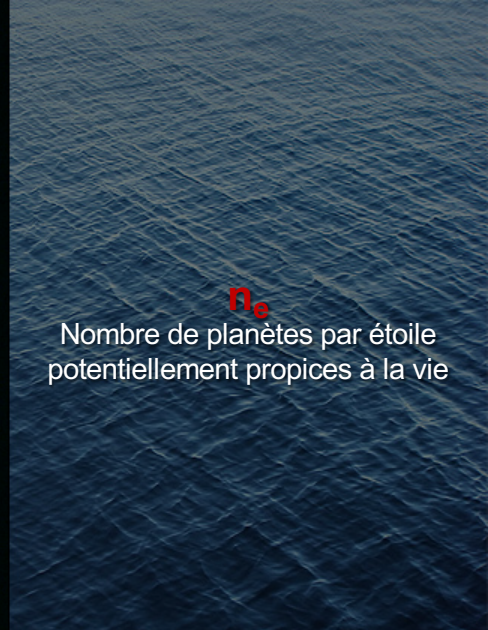
f_s

Nombre de ces étoiles susceptibles de posséder des planètes



f_p

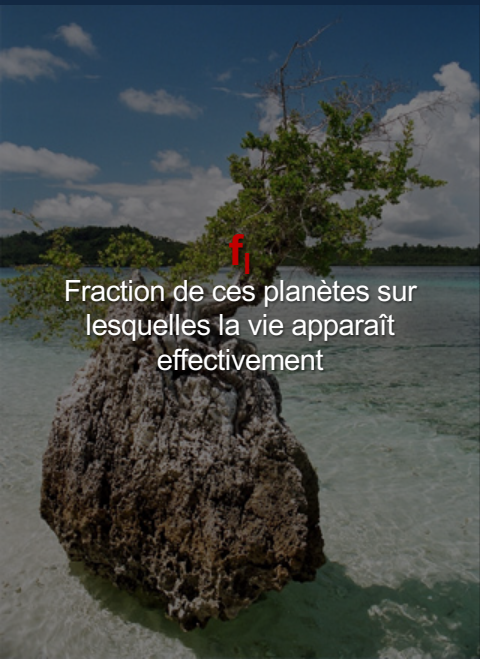
Nombre de ces étoiles possédant effectivement des planètes



n_e

Nombre de planètes par étoile potentiellement propices à la vie

La quête de la vie extraterrestre culminerait en la découverte de formes de vie intelligentes avec lesquelles nous pourrions communiquer. Pour estimer leur nombre, l'*équation de Drake* fut formulée en 1960. En gros, elle calcule les probabilités pour que différentes conditions propices à l'émergence de civilisations technologiques soient rassemblées dans notre galaxie. Tout dépend dès lors des estimations accordées à chacune des variables de l'équation. **Les résultats vont d'une dizaine à une seule – la nôtre.**



f_i

Fraction de ces planètes sur lesquelles la vie apparaît effectivement



f_i

Fraction de ces planètes sur lesquelles apparaît une vie intelligente



f_c

Fraction de ces planètes capables et désireuses de communiquer



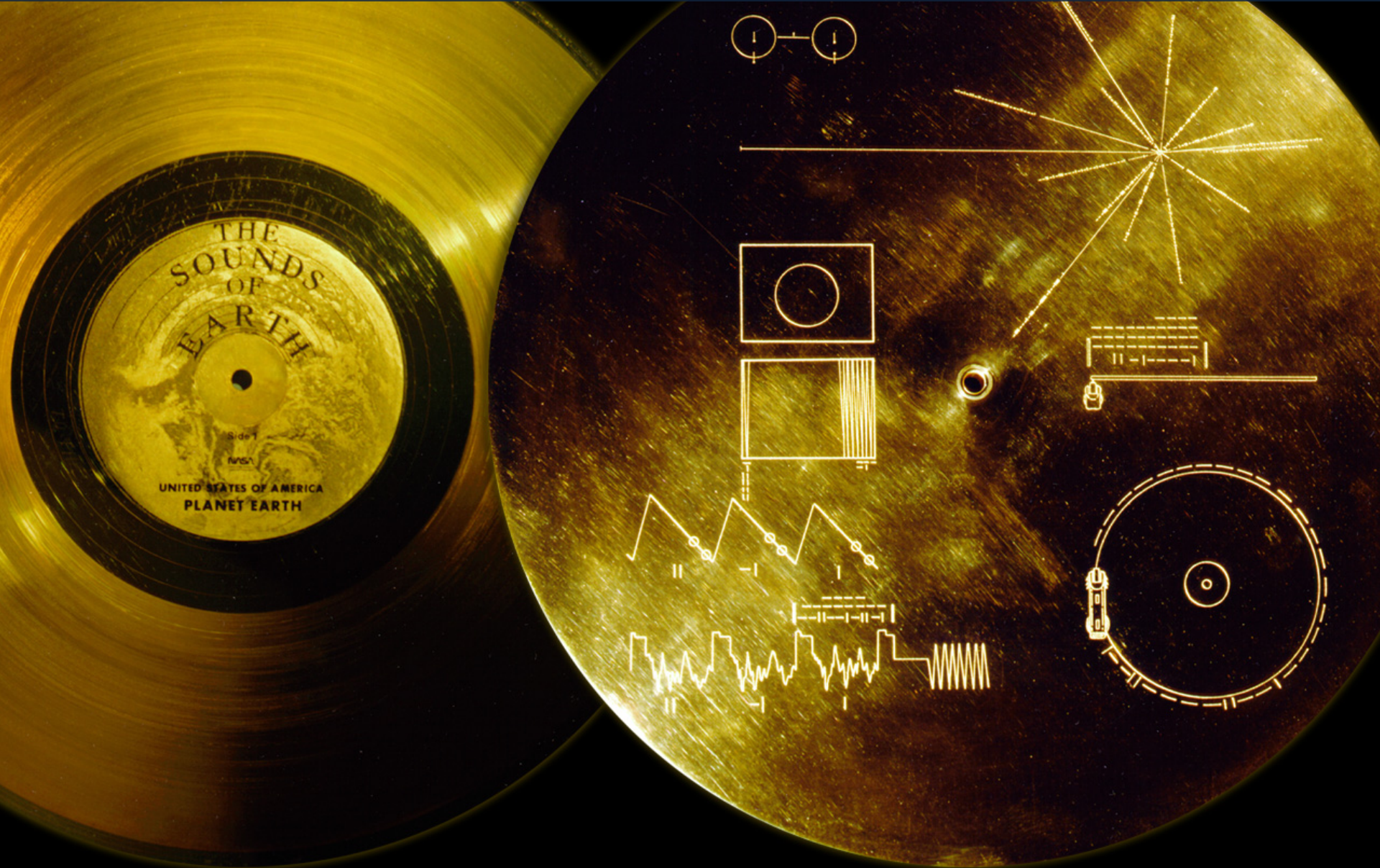
L

Durée de vie moyenne d'une civilisation

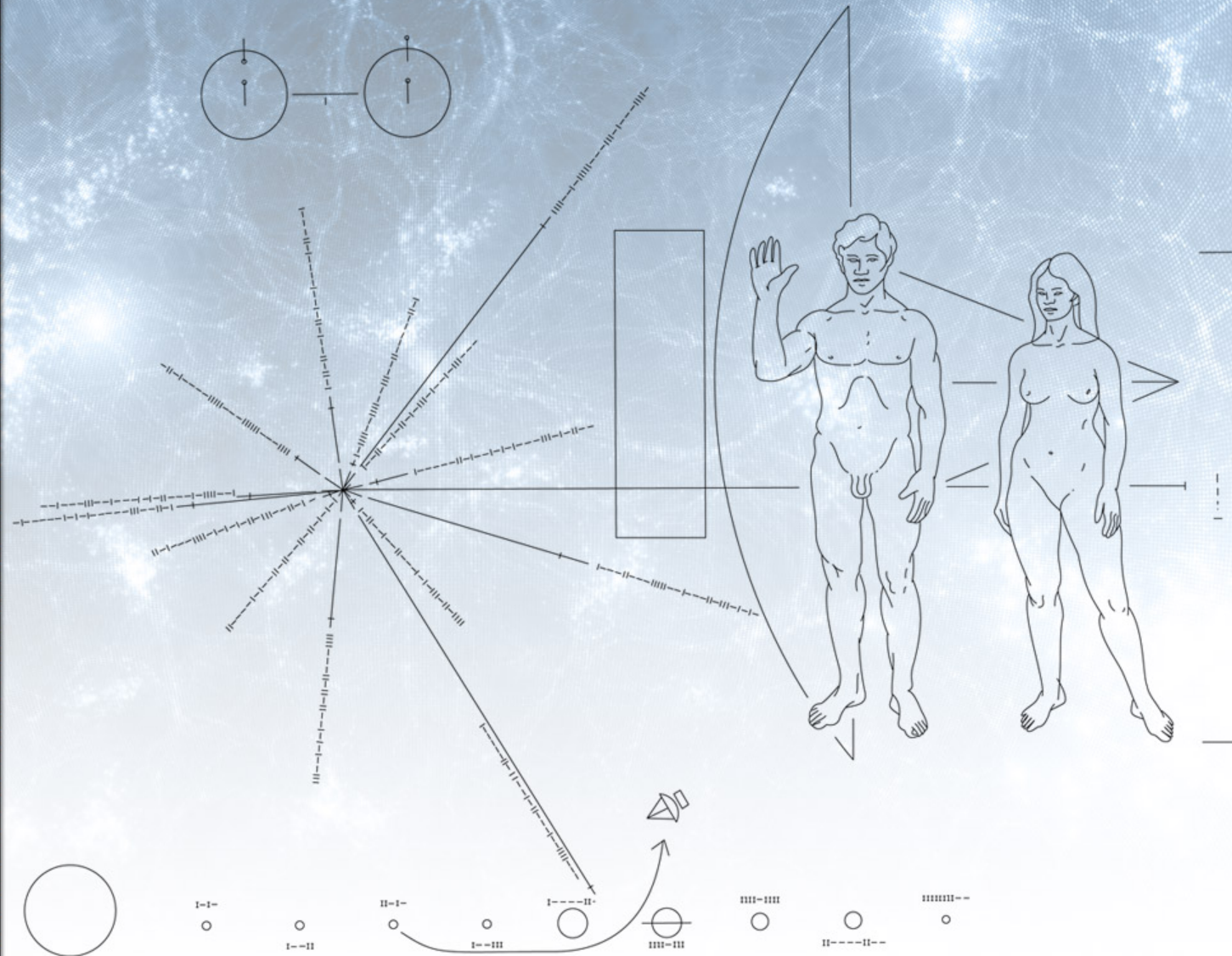
En attendant les découvertes de vie ailleurs dans le Système Solaire, de planètes habitables ailleurs dans la Voie Lactée ou d'émissions radio provenant d'hypothétiques civilisations avancées, nous pouvons toujours envoyer des bouteilles à la mer vers l'infini.

C'est le cas du disque doré des sondes *Voyager I* et *II*, envoyées en 1977. Ce disque comprend des messages de bienvenue en 55 langues, des pièces musicales traditionnelles et classiques, des images explicatives de la vie sur Terre, ainsi que des sons de la nature et des sociétés qui s'y trouvent.

Qui sait, ce modeste condensé de la civilisation au 20^{ème} siècle finira-t-il un jour comme le témoin de notre monde auprès d'un autre ?



Voici deux autres initiatives similaires aux disques dorés des sondes *Voyager* : un message envoyé par le radiotélescope d'Arecibo en 1974 (à droite) et une plaque ambassadrice de la Terre placée sur les sondes *Pioneer 10* et *11* (ci-dessous).





Cette photographie de famille est celle que l'astronaute Charles Duke a déposé sur la Lune lors de la mission Apollo 16, en 1972.

À sa manière, cette image témoigne de l'unicité et de la rareté de l'hospitalité terrestre dans l'Univers.

L'apparition de la vie telle que nous la connaissons est à l'évidence un phénomène d'une extrême singularité.
En fait, cette apparition nécessite une si longue série d'étapes qu'elle s'avère en somme improbable.

Peut-être sommes-nous donc effectivement seuls dans l'Univers ou, sinon, si peu nombreux que l'espoir d'entrer un jour en contact avec d'autres êtres intelligents ne sera jamais satisfait tant sont vastes les distances astronomiques.

Si tel est bien le cas, la présence de vie complexe sur Terre est un phénomène d'une ampleur proprement cosmique.

POUR POURSUIVRE L'EXPLORATION

[Cliquez pour y aller](#)

« Exobiologie » sur Wikipedia

« Exoplanète » sur Wikipedia

L'Encyclopédie des planètes extrasolaires

« SETI Institute », la recherche de vie extraterrestre (en anglais)

« Habitabilité d'une planète » sur Wikipedia

