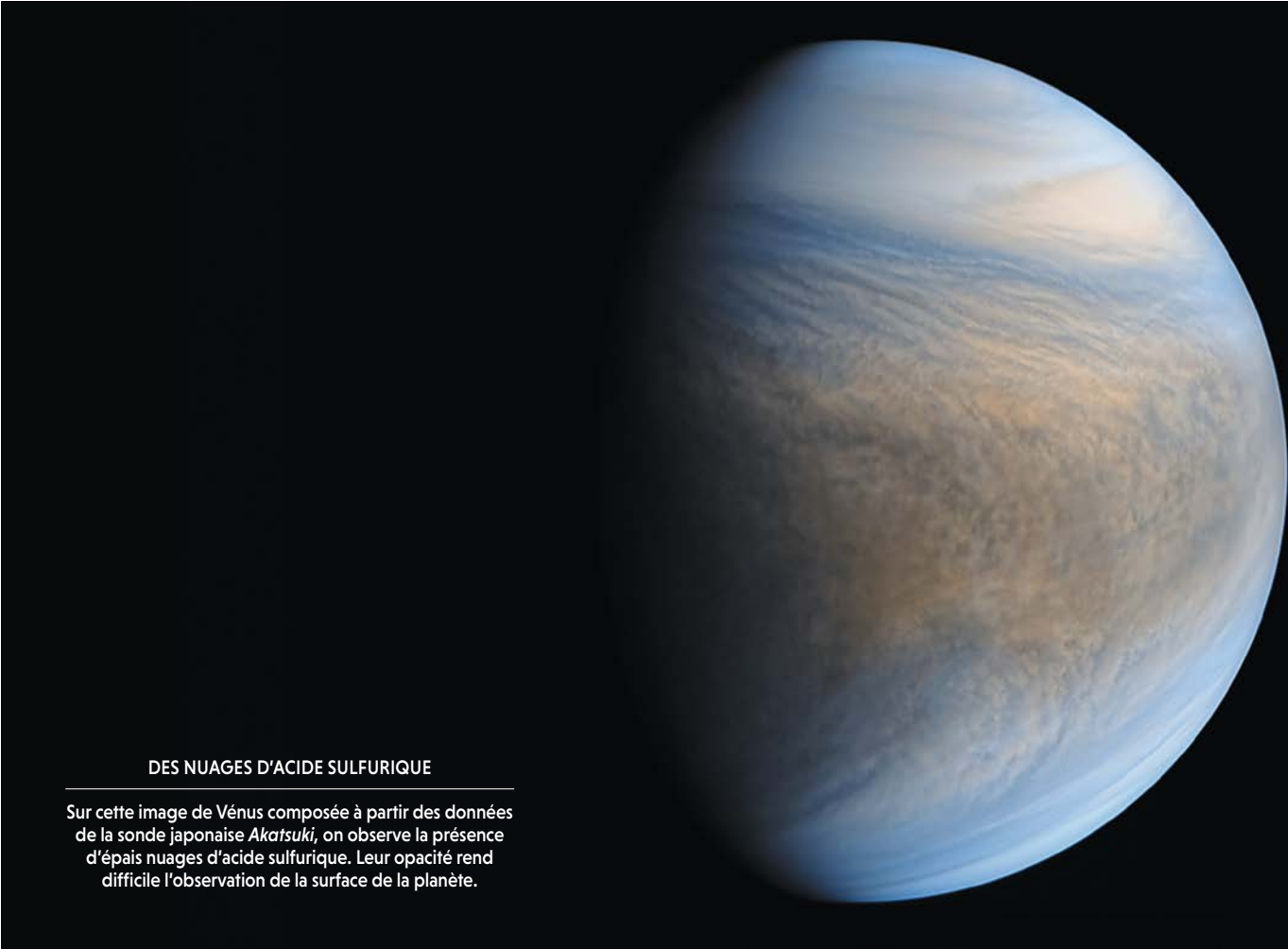




DES NUAGES D'ACIDE SULFURIQUE

Sur cette image de Vénus composée à partir des données de la sonde japonaise *Akatsuki*, on observe la présence d'épais nuages d'acide sulfurique. Leur opacité rend difficile l'observation de la surface de la planète.

observateur extraterrestre lointain étudiait le Système solaire par la méthode des transits, Vénus et la Terre lui paraîtraient quasi identiques. Et pourtant, alors que la Terre est habitable depuis près de quatre milliards d'années, Vénus est inhospitalière.

Un autre paramètre important à prendre en compte est la distance à l'étoile. La «zone habitable» est la région autour d'une étoile où une planète rocheuse pourrait avoir de l'eau liquide à sa surface (*voir l'encadré page 70*). La Terre, à l'évidence, est dans cette zone. Vénus a été dans cette zone autrefois, et même assez longtemps. Mais les frontières de la zone habitable bougent : elles s'éloignent du Soleil au fil du temps, car la luminosité de ce dernier augmente avec son âge. Vénus est désormais sortie de la zone habitable et occupe ce qu'on nomme la «zone de Vénus». Dans cette région, l'énergie thermique due au rayonnement du Soleil chauffe beaucoup l'atmosphère de la planète, au point que l'effet de serre s'emballe. La température continue d'augmenter, et l'eau des océans finit par bouillir et s'échapper de la planète.

Même si Vénus était un peu plus proche du Soleil que la Terre, on peut dire que toutes deux se sont formées dans des conditions très similaires. Elles ont toutes deux été bombardées par des comètes qui y ont probablement apporté de l'eau. Par ailleurs, le vent solaire (le flux de particules éjectées à grande vitesse de l'atmosphère solaire) a formé une mince couche d'ions hydrogène à la surface des deux planètes. Et quand ces dernières se sont formées dans le disque de poussière primordial, elles ont capté les mêmes matières volatiles (des composés chimiques qui se vaporisent facilement).

En 2016, Michael Way, de l'institut Goddard de la Nasa, et ses collègues ont utilisé les données topographiques de *Magellan* pour simuler le climat passé de Vénus. Leurs résultats indiquent que la surface de la planète aurait hébergé de l'eau liquide, et peut-être plus tôt que la Terre. Et cette eau serait restée présente jusqu'à il y a environ un milliard d'années.

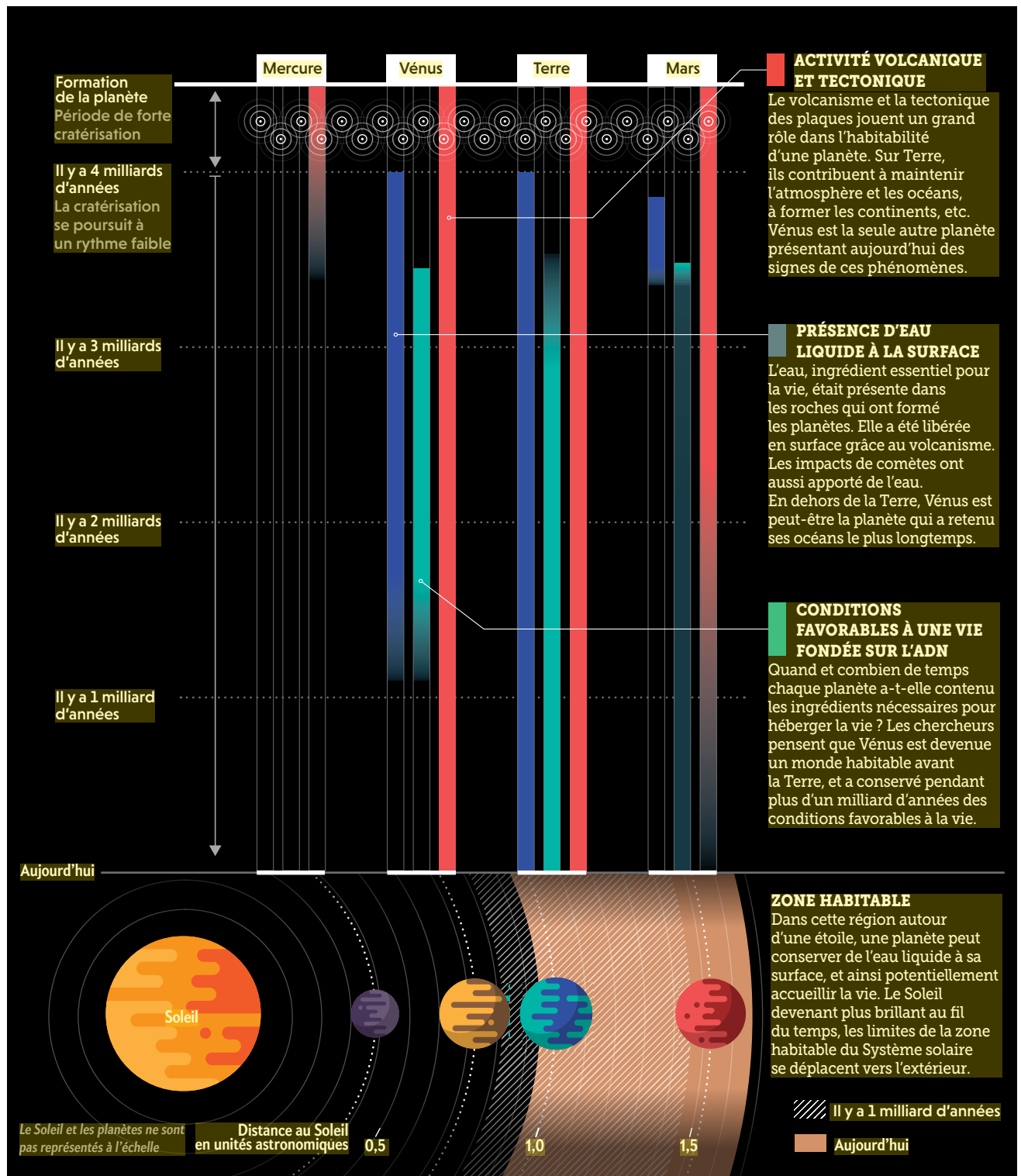
Il n'en reste pas moins que Vénus est aujourd'hui extrêmement inhospitalière. Que s'est-il passé ? Vénus représente-t-elle l'état final >

DES HISTOIRES PLANÉTAIRES SI DIFFÉRENTES

Quels sont les facteurs qui contribuent à rendre une planète habitable ? C'est l'une des grandes questions de l'astronomie.

La Terre et Vénus ont eu des débuts assez similaires, mais l'une abrite une vie florissante tandis que l'autre est un désert inhospitalier. En étudiant le développement du volcanisme,

de la tectonique des plaques et d'autres conditions régnant sur Vénus, les scientifiques veulent comprendre pourquoi cette planète a évolué ainsi. Et ils espèrent aussi déterminer les chances que de la vie se développe ailleurs, sur des exoplanètes qui partagent les mêmes caractéristiques que Vénus.



> de toutes les planètes habitables, ou bien seulement un futur possible parmi d'autres pour les planètes de cette taille? C'est pour répondre à ces questions essentielles, et bien d'autres, que nous voulons retourner voir Vénus.

UNE SURFACE BIEN CACHÉE

L'étude de Vénus est en partie limitée par le fait qu'elle se dissimule sous une épaisse atmosphère. En altitude, des nuages d'acide sulfurique particulièrement opaques enveloppent la planète (voir la photographie page 69). Au sol, la pression de l'atmosphère est d'environ 93 bars (ce qui est comparable à la pression qui règne dans les océans terrestres à environ 900 mètres de profondeur). L'atmosphère y est si dense que son principal constituant, le dioxyde de carbone, se comporte comme un fluide supercritique, aux propriétés intermédiaires entre celles d'un gaz et celles d'un liquide.

Les scientifiques pensent que cette atmosphère a été autrefois semblable à celle de la Terre. La faiblesse du champ magnétique serait en partie responsable de la différence d'évolution des deux planètes. Pour plusieurs raisons (faible vitesse de rotation, faible gradient de température interne), aucun processus de dynamo générant un champ magnétique planétaire n'est à l'œuvre dans le noyau de Vénus. En l'absence d'un tel champ protecteur, Vénus a été exposée au vent solaire qui a éliminé l'eau

sont posés dans les années 1970 et 1980. Ces sondes n'ont survécu que quelques minutes aux conditions extrêmes, mais cela a suffi pour réaliser des analyses de composition chimique du sol, qui ressemble à du basalte et du granite terrestres. Au-delà de ces relevés, notre connaissance de la minéralogie de surface repose sur des interprétations controversées de mesures radar effectuées par *Magellan* et sur notre connaissance limitée des réactions chimiques entre les roches de la planète et les gaz atmosphériques aux températures et pressions qui règnent sur Vénus.

Récemment, les chercheurs ont montré qu'il est possible de cartographier les minéraux de Vénus depuis l'espace en regardant à travers plusieurs «fenêtres» du spectre électromagnétique où la lumière visible n'est pas absorbée par l'atmosphère. Par chance, ces fenêtres coïncident avec des longueurs d'onde qui permettent d'identifier des minéraux planétaires typiques, comme l'olivine et le pyroxène (souvent présents dans le basalte). La sonde européenne *Venus Express* a utilisé l'une de ces fenêtres pour produire la première carte de la chaleur rayonnée par la surface de la planète pour une grande partie de l'hémisphère Sud. Cette carte comprend des caractéristiques spectrales (des pics et des minima de lumière et de chaleur) qui fournissent de nouveaux indices sur la nature des minéraux au sol.

Cette carte indique aussi de nombreux points chauds, des régions émettant tellement de chaleur que l'explication la plus plausible est un volcanisme récent. C'est une découverte passionnante, parce qu'elle montre que contrairement à la Lune, inerte depuis longtemps, et Mars, où le volcanisme moderne est au mieux isolé, Vénus est encore active.

UNE TECTONIQUE DES PLAQUES?

Sur Terre, le volcanisme est souvent associé à la tectonique des plaques, c'est-à-dire la dynamique de déplacements et de glissements de grandes portions de la croûte qui recouvre le globe. La tectonique des plaques est responsable de la plupart des caractéristiques géologiques de notre planète. Elle est aussi le moteur de cycles climatiques longs, qui se jouent sur des périodes d'environ 100 millions d'années et qui ont permis à la vie d'apparaître sur Terre.

La tectonique des plaques a conduit à la formation de croûtes neuves au niveau des dorsales océaniques et à l'enfoncement de plaques dans le manteau (grâce à ces deux processus, la Terre a perdu une partie de sa chaleur interne et s'est refroidie jusqu'à un point où la vie est devenue possible). La tectonique a aussi contribué au recyclage de composés volatils tels que l'eau, le dioxyde de carbone et le dioxyde de soufre. Ces composés étaient d'abord rejetés dans l'atmosphère grâce au >

La pression atmosphérique à la surface de Vénus est d'environ 93 bars

de l'atmosphère, en la dissociant en ions hydrogène et oxygène et en emportant ces derniers dans l'espace. Sans eau en surface pour dissoudre le dioxyde de carbone et d'autres gaz qui s'échappent en continu de l'intérieur de la planète, ces composés se sont accumulés dans l'atmosphère, ce qui a renforcé l'effet de serre. Cela explique que les températures de surface sur Vénus sont actuellement proches de 460°C, de quoi faire rougir les roches.

Les seules données recueillies à la surface de Vénus dont nous disposons sont celles des quatre atterrisseurs soviétiques *Venera*, qui s'y