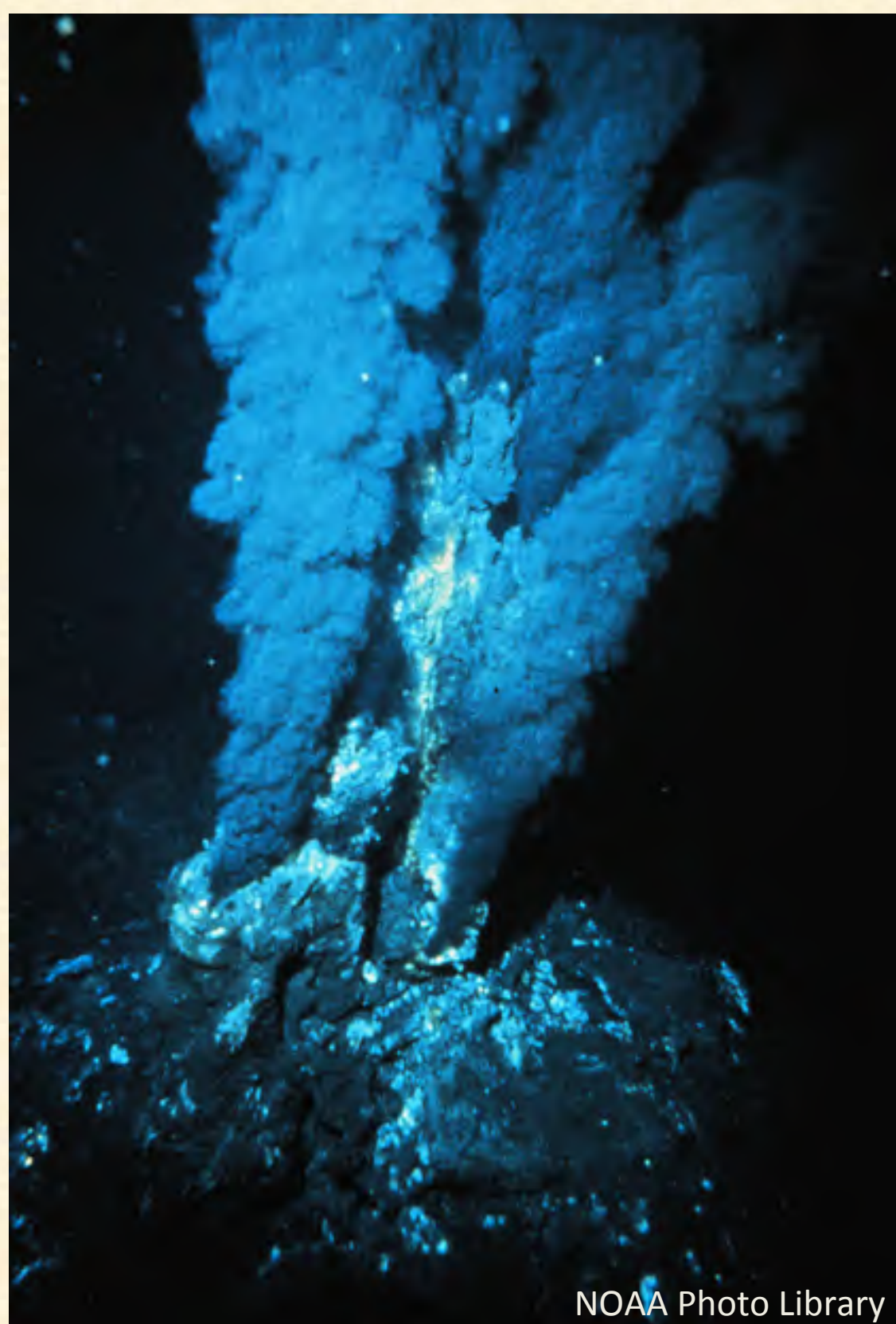
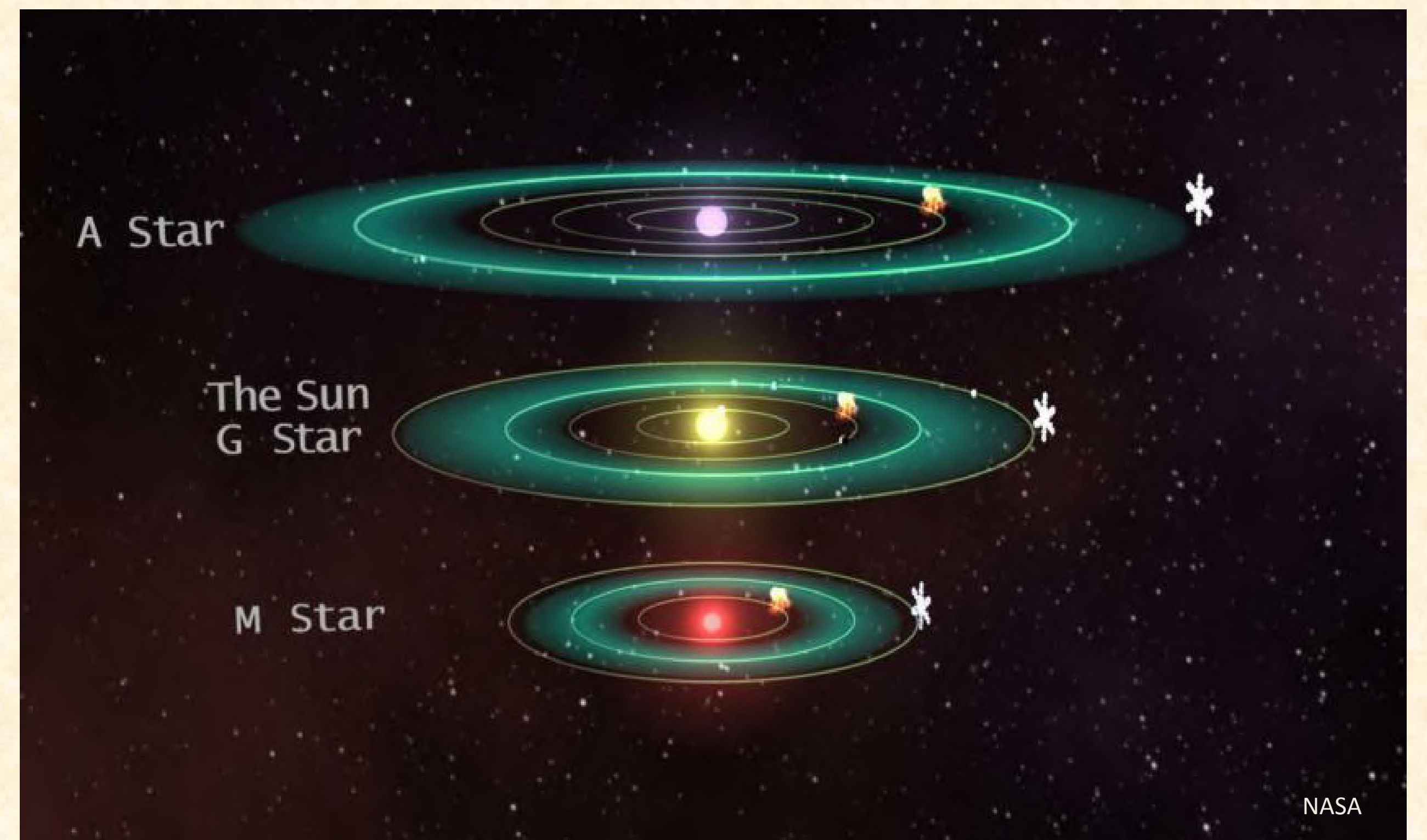


L'exobiologie : La recherche de vie dans l'univers

Astrobiology: The search for life in the universe

Depuis la découverte de la 1^{ère} exoplanète autour d'une étoile de type solaire, notre regard sur le ciel a changé : nous savons aujourd'hui qu'une grande quantité d'étoiles sont entourées de planètes. Certaines pourraient présenter un environnement favorable à l'émergence de vie. Les planètes les plus intéressantes pour l'exobiologie sont *a priori* celles qui se trouvent dans la **Zone Habitable**, une zone autour des étoiles où l'eau liquide, indispensable à la vie telle que nous la connaissons, peut exister à la surface des planètes. Cette zone est d'autant plus éloignée de l'étoile que l'étoile est brillante (étoile de type A plus brillante que celle de type G comme le Soleil, ou que les naines rouges M). L'atmosphère de la planète, selon sa composition, peut aussi générer un effet de serre et contribuer significativement à la température de surface, impactant la possibilité d'avoir de l'eau liquide.

*The most promising exoplanets for exobiology are a priori those in the **Habitable Zone**, the circumstellar zone where liquid water can exist at the surface of a planet. The Habitable Zone is wider around bright and hot stars, and narrower around red dwarf stars. Greenhouse gases in the atmosphere also contribute to the planetary surface temperature and constrain the chance for liquid water.*

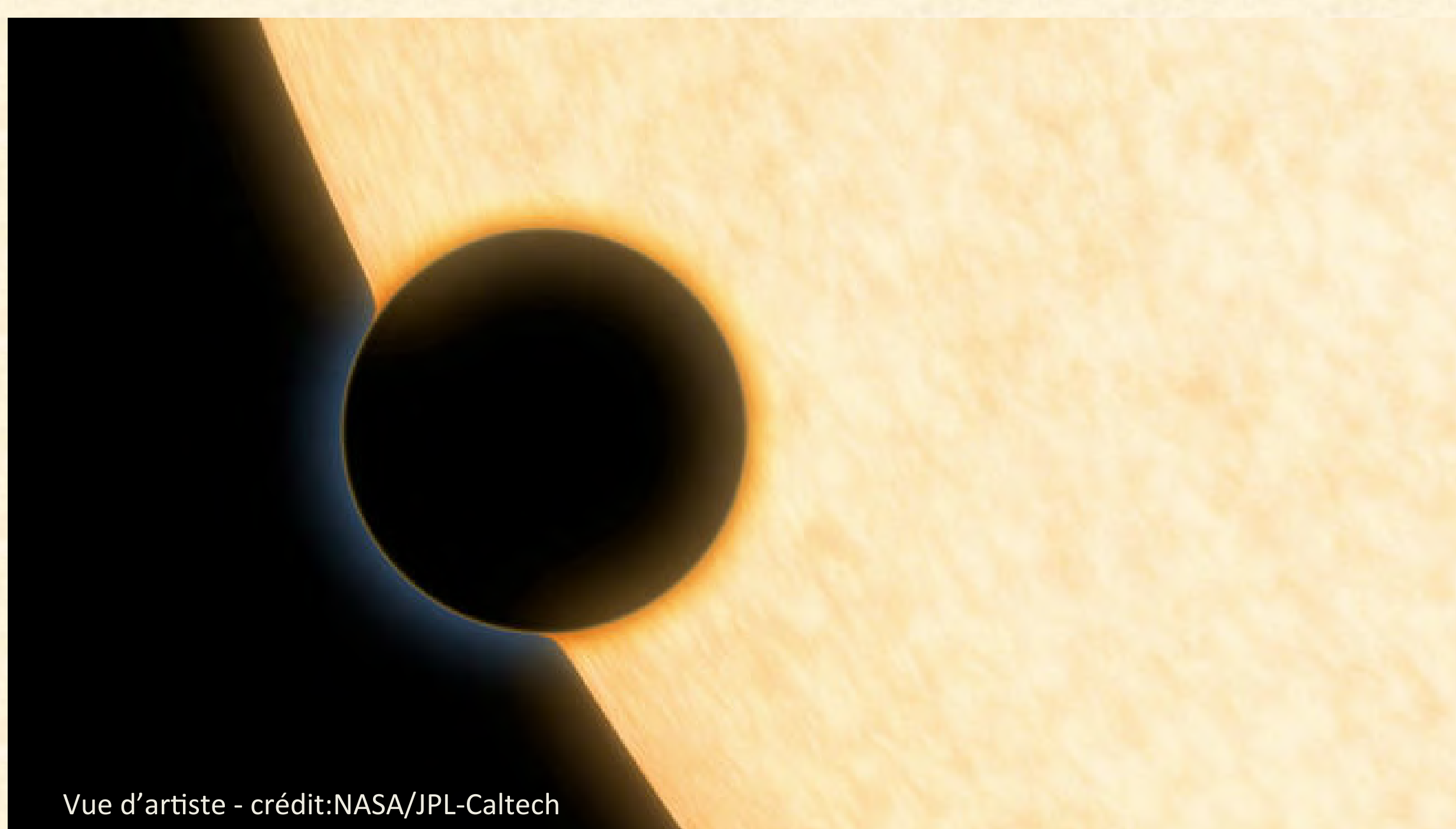
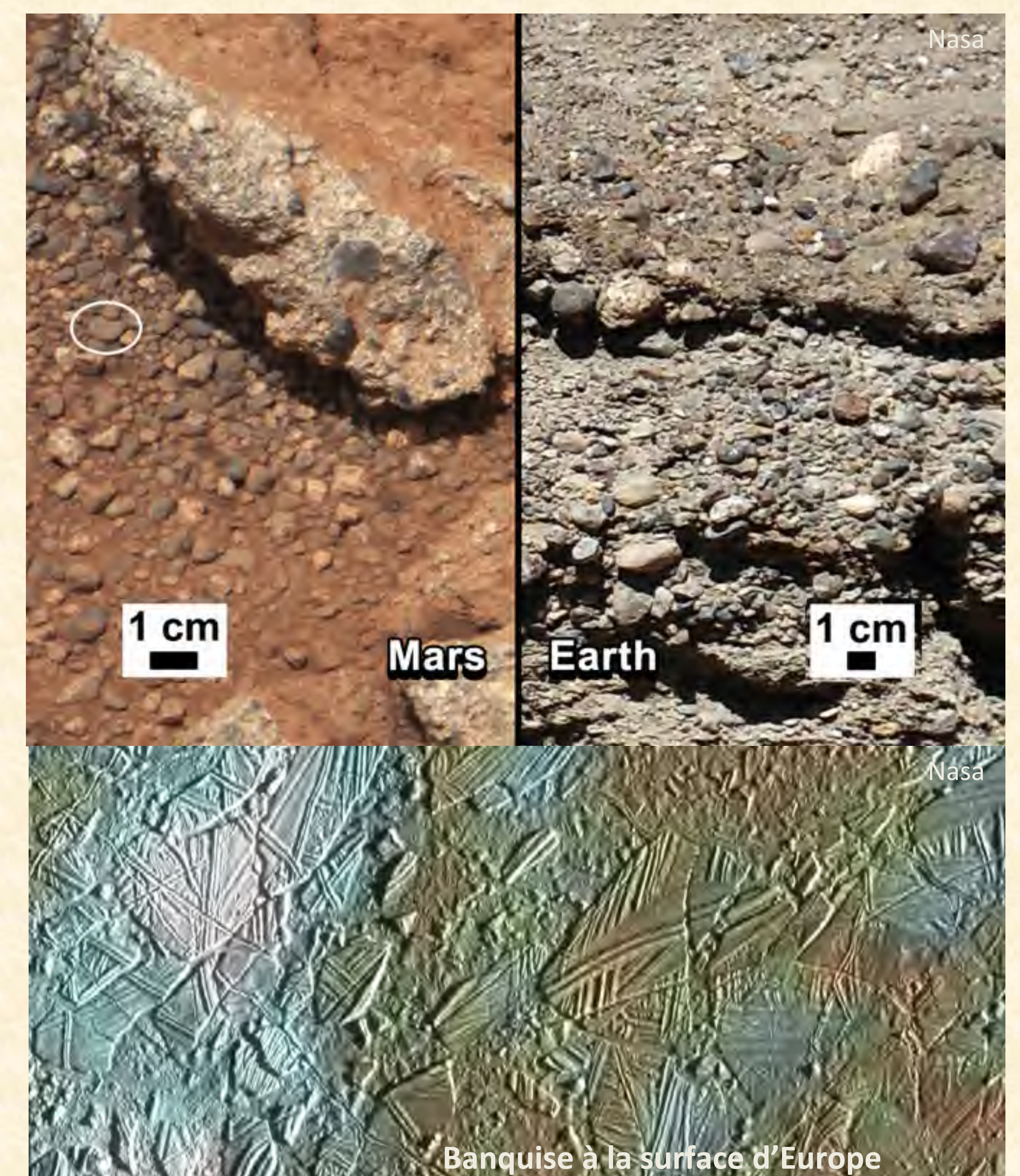


Les extrémophiles sont des espèces vivantes microscopiques qui vivent sur Terre dans des milieux *extrêmes* comparés à notre environnement d'être humain. Nous connaissons des espèces *hyperthermophiles* vivant jusqu'à 121°C, à 2000m de profondeur, autour des fumeurs noirs crachant de l'eau à 400°C (à gauche). D'autres espèces sont *psychrophiles* (milieux glacés) *acidophiles*, *alkaliphiles*, *halophiles* (milieu salés), *barophiles* (haute pression dans des roches profondes à plusieurs km), etc. Ces espèces suggèrent que la vie pourrait exister sur les exoplanètes dans des environnements très difficiles (très différents de notre quotidien).

Extremophiles are microscopic species living in extreme environments compared to our. We know for example hyperthermophiles species living at up to 121°C around black smokers in the deep ocean. Other species are psychrophiles (living in ice), acidophiles or alkaliphiles, halophiles (high salted water), lithophiles (in rocks at several km depth), etc. These species suggest that life might exist on exoplanets in harsh environments.

L'eau est indispensable à la vie telle que nous la connaissons sur Terre. Elle est aussi présente ailleurs dans le Système Solaire. Les observations des sondes spatiales ont montré que l'eau a coulé sur Mars durant le 1^{er} milliard d'années après sa formation, comme en témoigne par exemple les galets observés par Curiosity, similaires aux alluvions observés en bordure de rivière sur Terre. Est-ce que la vie est apparue sur Mars durant cette période humide ? Est-elle encore présente dans le sol martien ? C'est justement la mission du robot Curiosity d'en chercher des traces. L'eau est aussi présente sous forme d'océan sous-glaciaire sur Europe, satellite de Jupiter, ou Encelade, satellite de Saturne.

Water is necessary for life as-we-know-it on Earth. Water is also present elsewhere in the Solar System. We know that water was abundant on Mars during the first billion years after its formation, as shown by these pebbles observed by Curiosity, very similar to those found on Earth. Did life appear on Mars during that wet period ? Does life exist today under the surface of the red planet ? These are the questions Curiosity should answer... We know also that deep oceans are present under the ice shells covering Europa (satellite of Jupiter) and Enceladus (around Saturn).



L'oxygène de l'air, qui représente environ 21% en volume de la composition de l'atmosphère de la Terre, est biogénique : il provient entièrement de la photosynthèse. L'oxygène est considéré comme une **biosignature**, signe d'une présence de vie présente ou passée, détectable par spectroscopie à l'échelle globale de la planète. Nous ne connaissons pas de processus abiotique capable de générer massivement et durablement une atmosphère riche en oxygène, et par conséquent l'oxygène est une biosignature pour les exoplanètes. L'oxygène pourrait être détecté par spectroscopie de transmission lors d'un transit.

The oxygen we breath, representing about 21% in volume of the atmospheric composition, is a biogenic gas, fully produced by the photosynthesis. Oxygen is considered as a biosignature, a sign providing scientific evidence for past or present life on a planet. We indeed do not know abiotic processes able to produce a oxygen-rich and durable atmosphere. Oxygen might be detected by transmission spectroscopy of a transit.

Au-delà de la recherche de la signature d'une activité photosynthétique à la surface des exoplanètes, se pose aussi la question de l'existence d'une vie technologiquement avancée, dont on pourrait par exemple capter des signaux radios ou lasers. La vie ailleurs existe-t-elle ? Aujourd'hui, personne ne sait et il faut continuer les recherches...

Beyond the search of a molecular biosignature on the surface of an exoplanet, is also the question of the existence of a technologically-advanced life, possibly sending us radio or laser signals. Does life exist elsewhere in the universe ? Nobody knows, and we must continue the search ...



2001 l'odyssée de l'espace - Kubrick

VLA - crédit: NRAO