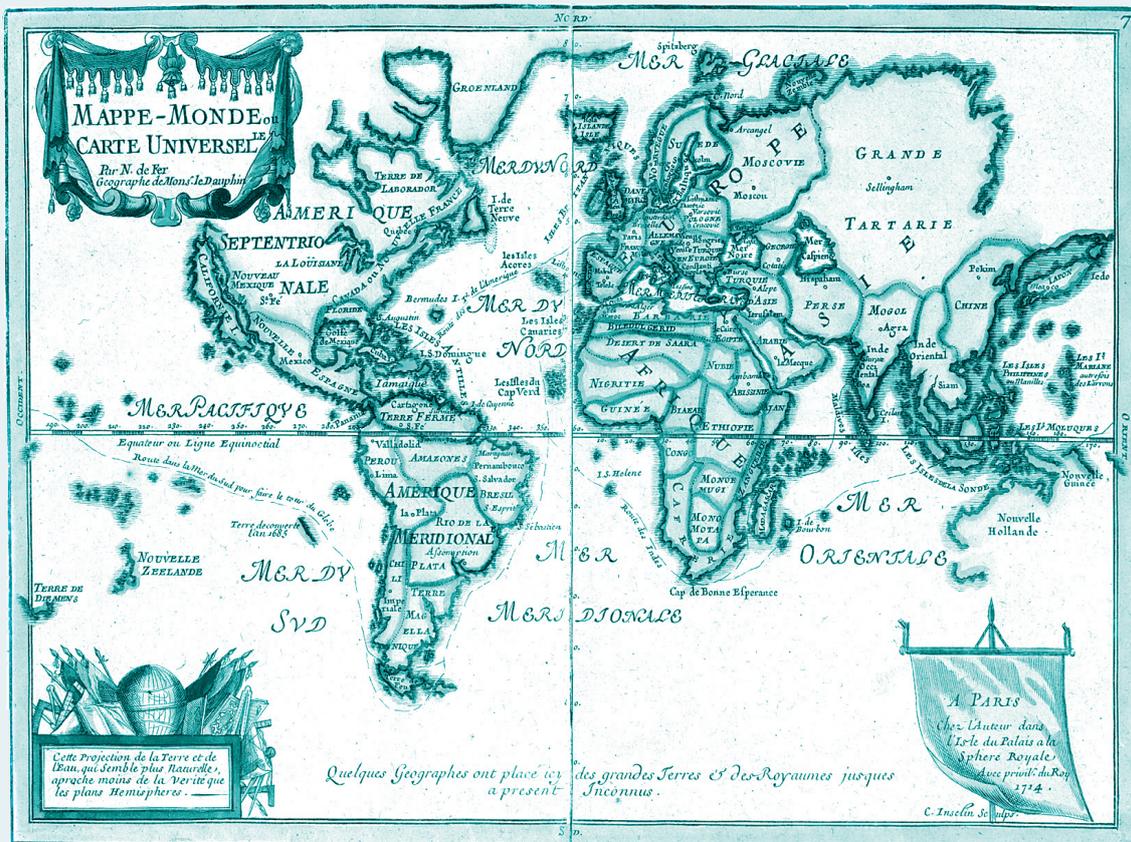


# LA TERRE DANS L'UNIVERS, LA VIE ET L'ÉVOLUTION DU VIVANT

La Terre appartient au système solaire, un ensemble de 8 planètes (et de nombreux autres trucs célestes) tournant gaiement autour d'une étoile : le Soleil. Ce Soleil fait partie des 140 milliards d'étoiles d'une galaxie nommée « Voie lactée ».

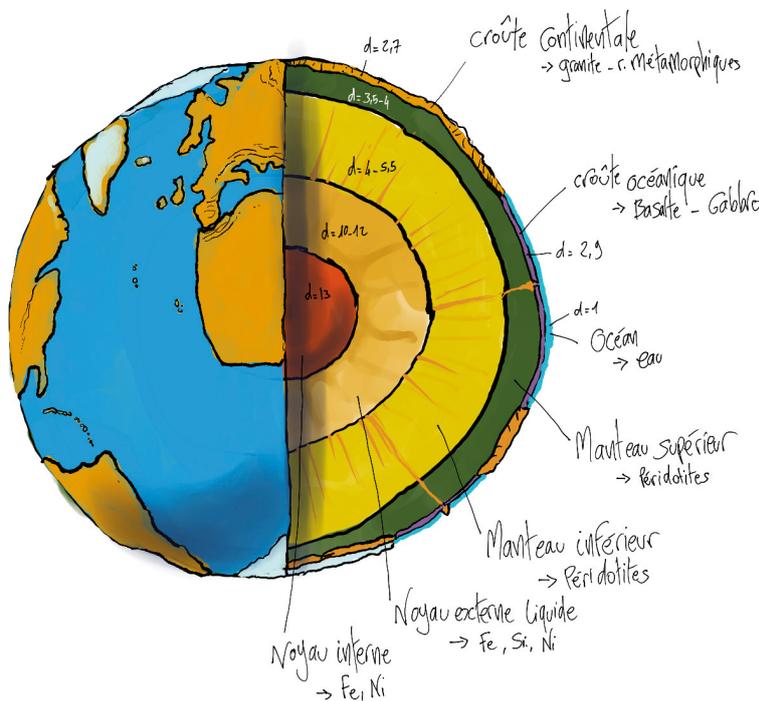
La vie existe sur Terre depuis environ 4 milliards d'années. Pour l'instant, personne n'a réussi à prouver que la vie existe aussi sur une autre planète (ou lune) du système solaire, ni ailleurs, autour d'une autre étoile. Qu'est-ce qui rend donc la Terre si propice ?



# LES CONDITIONS DE LA VIE : UNE PARTICULARITÉ DE LA TERRE ?

## LA TERRE ET SES VOISINES

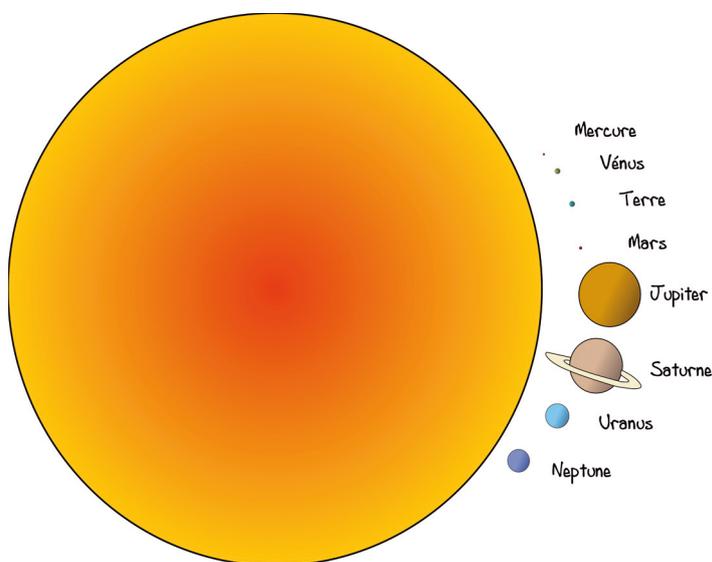
- ▶ Mercure, planète la plus proche du soleil, est très petite et totalement dépourvue d'atmosphère. Du coup, les températures qui y règnent sont extrêmes selon que l'on est du côté du soleil (jour) ou l'inverse (nuit). On aurait trouvé quelques traces de glace au fond de cratères toujours à l'ombre. Pas de quoi y rencontrer des petits Mercuriens.
- ▶ Vénus, la planète la plus proche de nous, la plus ressemblante aussi puisqu'elle a quasiment les mêmes dimensions. Pourtant l'ambiance y est franchement hostile.



Entièrement enveloppée de nuages, sa surface est plongée en permanence dans l'obscurité. Il y règne une chaleur torride (plus de 400 °C) et une pression quatre-vingt-dix fois supérieure à la pression atmosphérique terrestre. L'eau n'est présente qu'en faible quantité dans l'atmosphère. Conclusion : soit les Vénusiens sont des sacrés durs à cuire, soit... ils n'existent pas !

▶ La Terre a comme particularité d'être couverte aux trois quarts d'eau liquide. Cela est dû à la présence d'une atmosphère assez épaisse pour maintenir une pression suffisante et une température compatible. Mais surtout, la terre grouille de petits Terriens.

- Mars**, la préférée des amateurs d'extra-terrestres. C'est une petite planète froide, inactive et à l'atmosphère très ténue. L'eau est présente sous forme de vapeur, de glace et sans doute liquide... dans les tréfonds du sol. À cause d'une pression très faible aucune goutte d'eau liquide ne peut subsister en surface. Aussi les photos martiennes nous montrent une planète désespérément désertique et caillouteuse.
- Mercur**e, **Vénus**, la **Terre** et **Mars** sont des planètes telluriques (ou rocheuses), à la différence des suivantes où l'essentiel de la masse est dû à des gaz. Aussi, on s'intéresse de plus près aux satellites des géantes car ce sont autant de mini-planètes singulières.

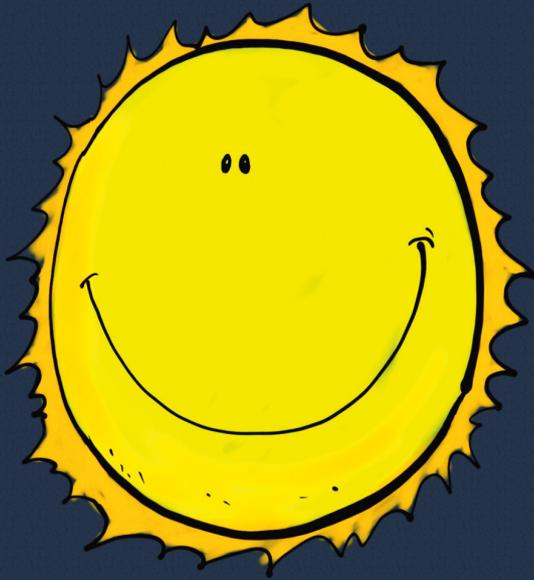


**Europe**, un satellite de Jupiter qui a la particularité d'être entièrement couvert de glace. Sa surface est comme une immense banquise en mouvement. Ce qui laisse supposer que, dessous, il y a de l'eau liquide, un océan, même ! Mais la glace est très épaisse (plusieurs dizaines de kilomètres, peut-être)... Les petits « Européens » auront du mal à atteindre la surface... s'ils existent !

**Titan** est une lune de Saturne. Elle est la seule « planète », avec

la Terre, à posséder une atmosphère riche en azote ( $N_2$ ). On y trouve aussi des composés carbonés, du méthane en particulier ( $CH_4$ ). Sa surface rocheuse est couverte de glace et de lacs... de méthane. Il est possible qu'au-dessous il y ait de l'eau liquide. Eau, carbone, azote... tous les ingrédients de la vie sont là. Il reste à trouver un nom aux (éventuels) habitants de Titan (Titanaux ? Titanesques ? Titaniens ?).

- Encelade**, un autre satellite de Saturne, est aussi couvert de glace d'eau et de méthane mêlés. On y a observé la formation d'immenses geysers jaillissant de la glace, ce qui laisse supposer, qu'en dessous il y a de l'eau liquide.



$\emptyset \rightarrow 4800 \text{ km}$  **MERCURE**  
Distance au Soleil  $\rightarrow 58 \text{ M de km}$   
Période orbitale  $\rightarrow 88 \text{ j}$   
Rotation  $\rightarrow 58,67 \text{ j}$   
Inclinaison  $\rightarrow \sim 0^\circ$   
Pression atm.:  $0 \text{ atm}$   $T^\circ$ :  $169^\circ\text{C}$



$\emptyset \rightarrow 12\,000 \text{ km}$  **VÉNUS**  
Distance au Soleil  $\rightarrow 108 \text{ M de km}$   
Période orbitale  $\rightarrow 224 \text{ j}$   
Rotation  $\rightarrow -243 \text{ j}$   
Inclinaison  $\rightarrow \sim 0^\circ$   
Pression atm.:  $92 \text{ atm}$   $T^\circ$ :  $462^\circ\text{C}$

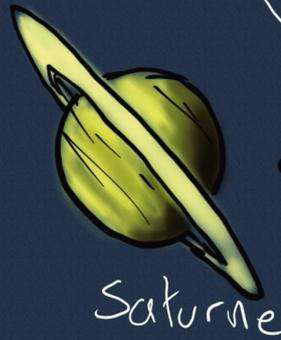
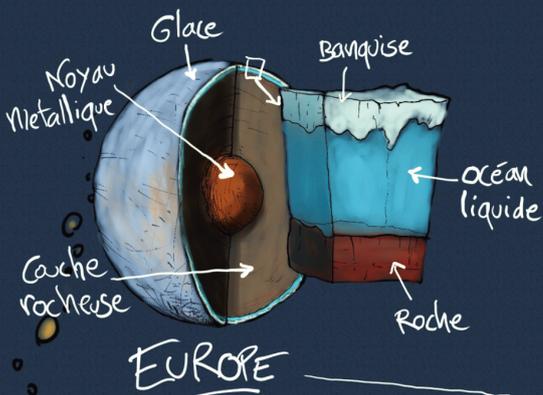
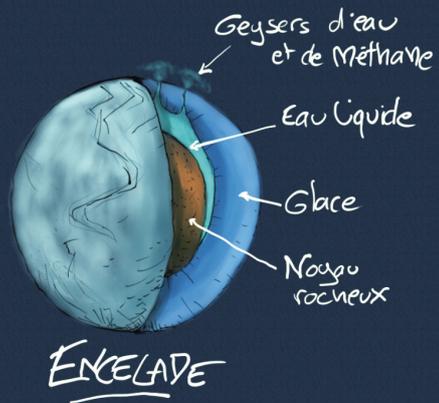
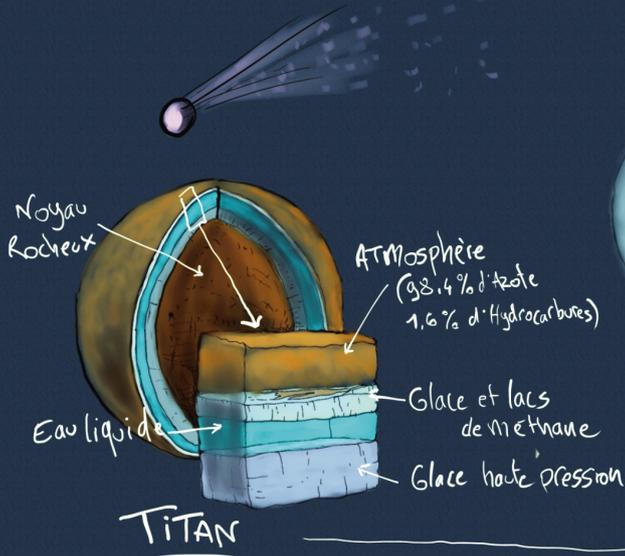


$\emptyset \rightarrow 12800 \text{ km}$  **TERRE**  
Distance au Soleil  $\rightarrow 150 \text{ M de km}$   
Période orbitale  $\rightarrow 365 \text{ j } 6 \text{ h}$   
Rotation  $\rightarrow 23 \text{ h } 56 \text{ min}$   
Inclinaison  $\rightarrow 23,4^\circ$   
Pression atm.:  $1 \text{ atm}$   $T^\circ$ :  $15^\circ\text{C}$



$\emptyset \rightarrow 6800 \text{ km}$  **MARS**  
Distance au Soleil  $\rightarrow 228 \text{ M de km}$   
Période orbitale  $\rightarrow 687 \text{ j}$   
Rotation  $\rightarrow 24,6 \text{ h}$   
Inclinaison  $\rightarrow 25,2^\circ$   
Pression atm.:  $0,006 \text{ atm}$   $T^\circ$ :  $-63^\circ$





REVENEZ PROFESSEUR!!



Les êtres vivants sont faits d'eau liquide, ils ont besoin de cette eau liquide, mais aussi de minéraux, de CO<sub>2</sub>. Leur métabolisme ne se met en route qu'à la condition que température et pression permettent de maintenir l'eau à l'état liquide et les macromolécules (ADN et protéines) en bon état. D'où l'importance des conditions qui doivent régner sur une planète pour qu'elle puisse abriter la vie... telle que nous la connaissons.

### QUELLE TEMPÉRATURE FAIT-IL ?

La température moyenne à la surface de notre planète est actuellement de 15 °C. Bien sûr, elle varie : sous le soleil de midi au milieu du Sahara, elle peut dépasser les 70 °C (dans ce cas, les protéines peuvent être dénaturées). Les extrêmes enregistrés (à l'ombre et à l'abri du vent) sont de -88 °C, en Antarctique, à +55 °C, dans le Sahara. Bien sûr ces températures dépendent de la latitude, de l'altitude, du degré d'humidité, de l'état du ciel, de l'heure, du mois, de l'inclinaison de la Terre... et de la distance au soleil.

### DIFFÉRENCES CLIMATIQUES

Pourquoi fait-il toujours froid au pôle Nord et jamais à l'équateur ? C'est essentiellement une question d'angle. La Terre étant sphérique plutôt que plate, les rayons solaires qui la touchent n'ont pas le même angle d'incidence aux différentes latitudes : entre les tropiques, ils sont presque perpendiculaires, aux pôles quasi tangentiels. Du coup, leur « effet » n'est pas le même.

Quant aux saisons, elles sont liées à l'inclinaison de l'axe de rotation : tantôt le nord penche vers le soleil, c'est l'été ; tantôt c'est le sud qui s'incline vers l'étoile, et c'est l'hiver au nord.

### MERCI L'EFFET DE SERRE

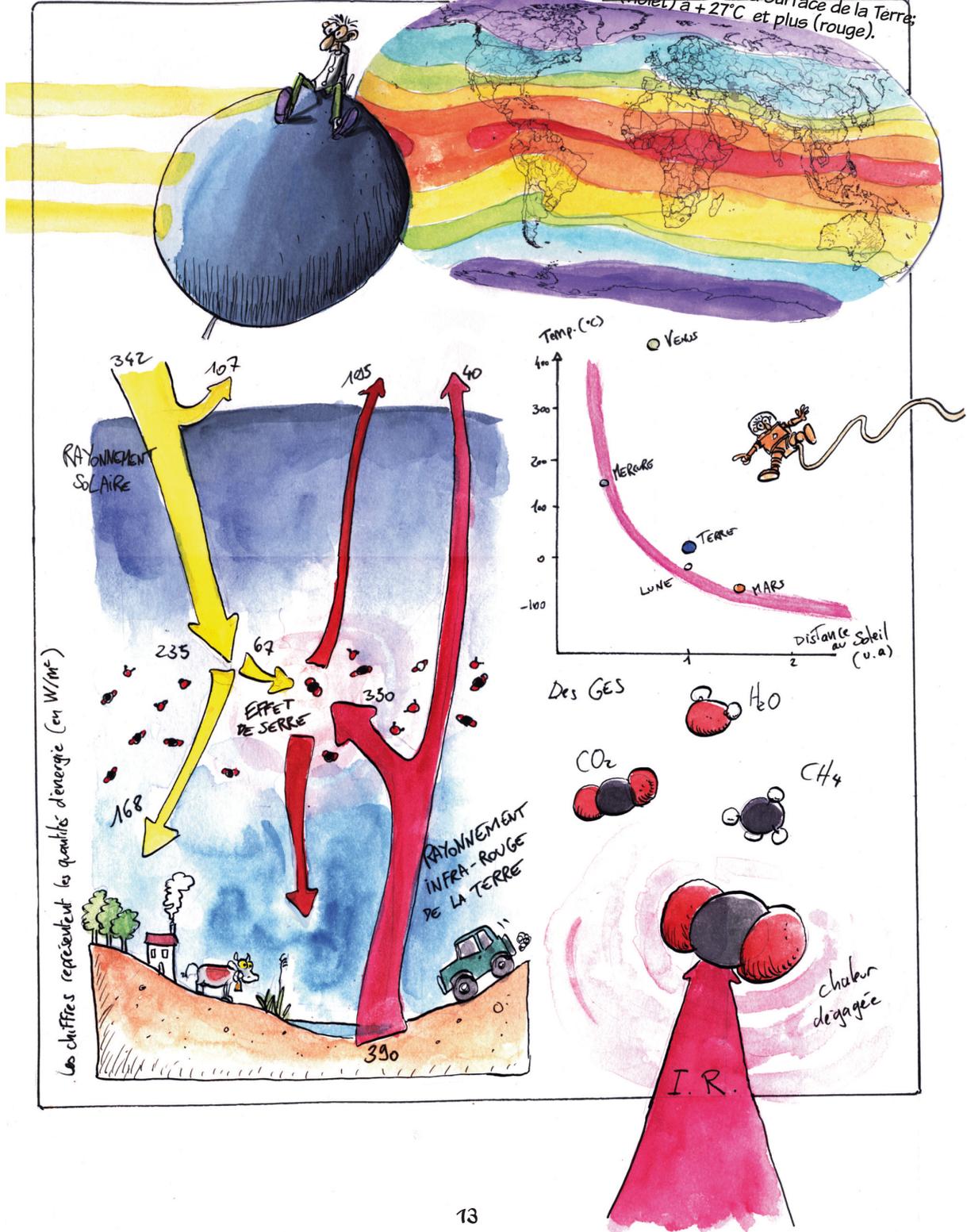
Malgré tout, cette proximité (mais pas trop) entre la Terre et le Soleil n'est pas suffisante. On a en effet calculé qu'il devrait régner une température de -18 °C s'il n'y avait pas une bonne petite atmosphère capable de produire un effet de serre.

Comment, ça marche, un effet de serre ? C'est tout simple : les rayons solaires qui traversent l'atmosphère sont absorbés par la surface (cette absorption dépend de l'albédo, c'est-à-dire de la capacité de la surface à réfléchir la lumière : plus il est proche de 1 et plus elle réfléchit... donc moins elle absorbe). En retour, la Terre réémet une part de la chaleur absorbée (en plus de la sienne propre), sous forme de rayons aussi, mais infrarouges, donc invisibles pour nos yeux. Cette chaleur s'échappe vers le cosmos, à travers l'atmosphère.

Or, ces infrarouges peuvent être facilement absorbés à leur tour par certaines molécules atmosphériques dites « gaz à effet de serre » (GES) : l'eau, le CO<sub>2</sub>, le méthane et quelques autres. Ces gaz retiennent donc une partie de la chaleur émise par la Terre. On comprend que plus l'atmosphère contient de GES, plus la chaleur sera retenue. Ainsi, sur Vénus, la très forte densité de l'air, et sa richesse en CO<sub>2</sub> empêchent la surface de se refroidir. Sur Terre, l'effet est plus limité car notre atmosphère est plus « légère »... Il fait donc plus chaud qu'il ne devrait... mais pas trop tout de même.

# LA « BONNE » TEMPÉRATURE

Les températures moyennes à la surface de la Terre: de 0° et moins (violet) à +27°C et plus (rouge).



Les chiffres représentent les quantités d'énergie (en W/m²)

L'eau est indispensable à la vie terrestre. C'est donc elle que recherchent les « extra-biologistes » (des gens qui étudient des formes de vie qu'ils n'ont jamais rencontrées). Pourquoi l'eau est-elle si primordiale ? Et quelles conditions faut-il pour qu'il y en ait sous forme liquide ?

### LA MAGIE DE L'EAU

Composée d'un atome d'oxygène et de deux hydrogènes, l'eau a une structure simple mais qui lui donne des propriétés exceptionnelles.

- ▶ La **cohésion** : les molécules sont liées entre elles par des liaisons « hydrogènes » de faible force. À température modérée, cette cohésion maintient l'eau à l'état liquide. Elle permet au gerris de patiner sur l'eau et à la sève de monter dans les vaisseaux.
- ▶ L'eau accumule de la **chaleur** : la cassure des liaisons hydrogènes absorbe de l'énergie. Leur formation en libère. Cela donne à l'eau un pouvoir régulateur de température (si vous sortez tout nu par -10, vous ne gelez pas instantanément).
- ▶ L'eau est un super **solvant** : toujours grâce à ces fameuses liaisons hydrogènes, l'eau dissout toutes molécules présentant quelques charges électriques. Et elles sont nombreuses ! Quant aux molécules dépourvues de charges (dites « apolaires ») elles doivent fuir les molécules d'eau, et du coup se regrouper. C'est le cas des lipides qui au contact de l'eau s'organisent en petits globules. Dans certaines circonstances, ils forment des membranes.

### LES ÉTATS DE L'EAU

On connaît l'eau sous forme de gaz (chaque molécule va librement), de liquide (les molécules sont liées entre elles de façon instable et mouvante) et solide (les molécules sont liées de façon stable, et donc figée). Il existe d'autres états plus subtils, notamment différents états solides.

Tout cela dépend de différents facteurs :

- ▶ la pression et la température : sur Terre, les plages de pression et de température sont compatibles avec la présence des trois états de l'eau, ce qui est exceptionnel, puisque c'est la seule matière dans ce cas ;
- ▶ la présence d'autres molécules : ainsi, avec du sel, l'eau ne gèle pas à 0 °C mais entre -5 et -21,5 °C.