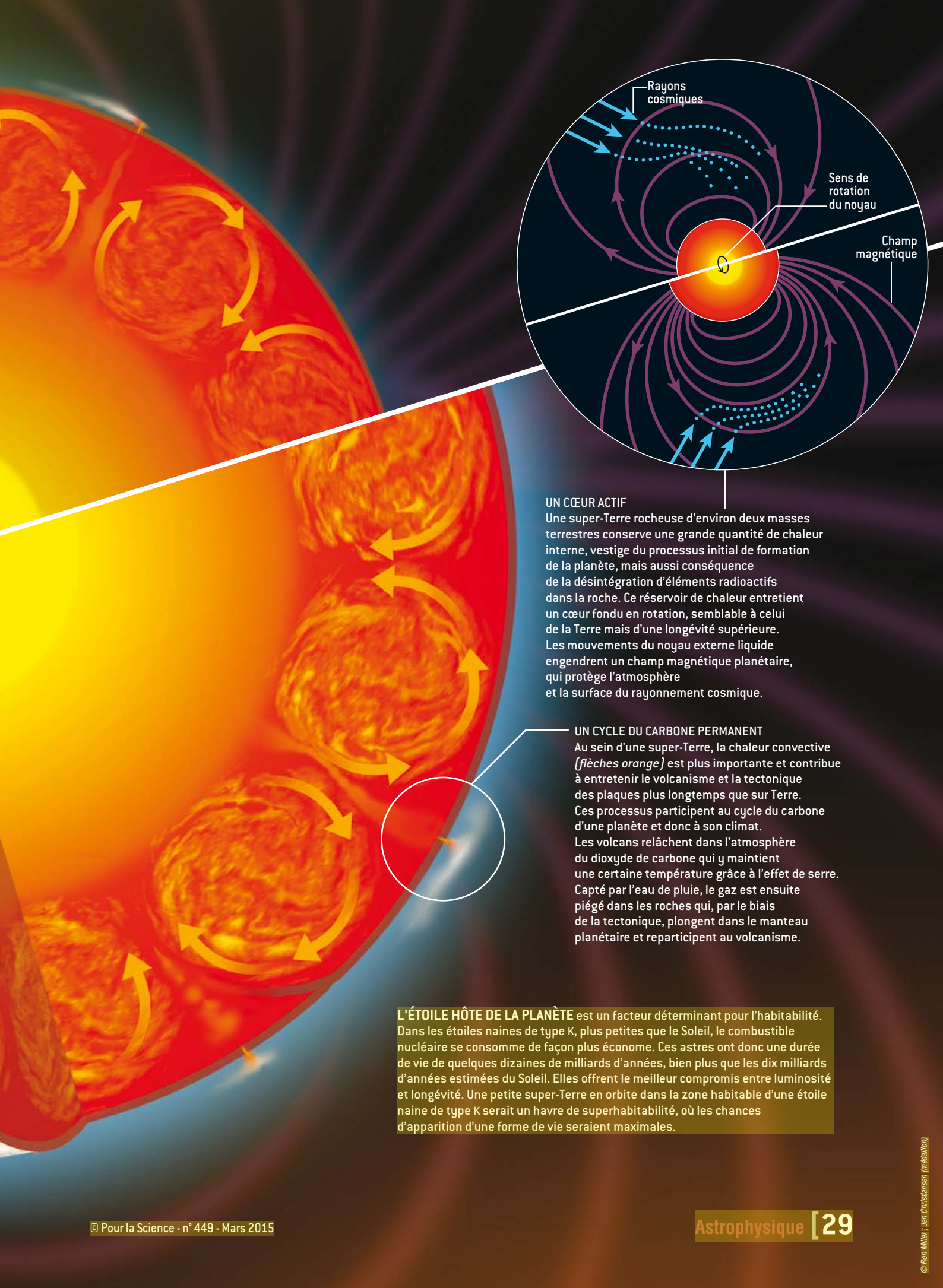




UN CŒUR ACTIF

Une super-Terre rocheuse d'environ deux masses terrestres conserve une grande quantité de chaleur interne, vestige du processus initial de formation de la planète, mais aussi conséquence de la désintégration d'éléments radioactifs dans la roche. Ce réservoir de chaleur entretient un cœur fondu en rotation, semblable à celui de la Terre mais d'une longévité supérieure. Les mouvements du noyau externe liquide engendrent un champ magnétique planétaire, qui protège l'atmosphère et la surface du rayonnement cosmique.

UN CYCLE DU CARBONE PERMANENT

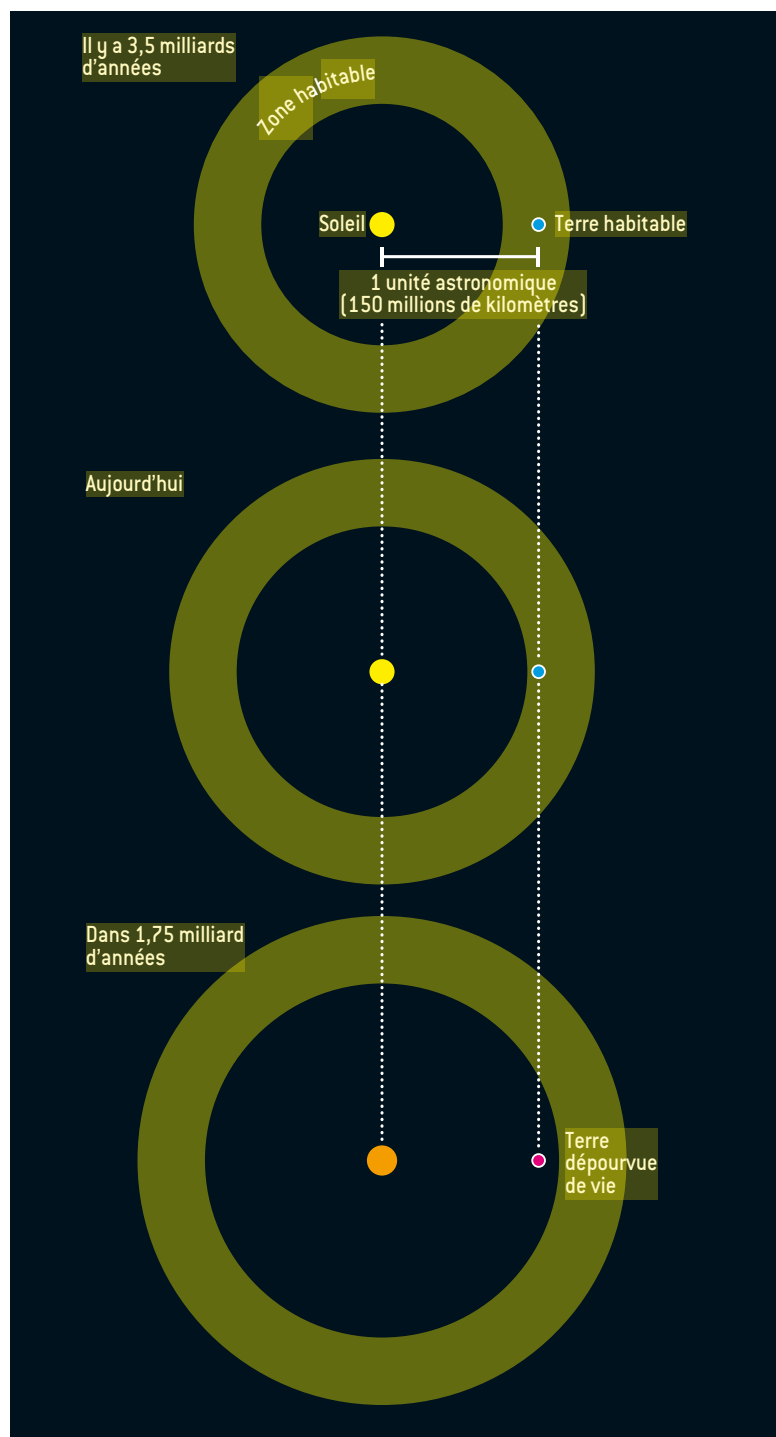
Au sein d'une super-Terre, la chaleur convective (*flèches orange*) est plus importante et contribue à entretenir le volcanisme et la tectonique des plaques plus longtemps que sur Terre. Ces processus participent au cycle du carbone d'une planète et donc à son climat. Les volcans relâchent dans l'atmosphère du dioxyde de carbone qui y maintient une certaine température grâce à l'effet de serre. Capté par l'eau de pluie, le gaz est ensuite piégé dans les roches qui, par le biais de la tectonique, plongent dans le manteau planétaire et reparticipent au volcanisme.

L'ÉTOILE HÔTE DE LA PLANÈTE est un facteur déterminant pour l'habitabilité. Dans les étoiles naines de type K, plus petites que le Soleil, le combustible nucléaire se consomme de façon plus économe. Ces astres ont donc une durée de vie de quelques dizaines de milliards d'années, bien plus que les dix milliards d'années estimées du Soleil. Elles offrent le meilleur compromis entre luminosité et longévité. Une petite super-Terre en orbite dans la zone habitable d'une étoile naine de type K serait un havre de superhabitabilité, où les chances d'apparition d'une forme de vie seraient maximales.

LA ZONE HABITABLE DU SOLEIL SE DÉPLACE

À l'échelle humaine, la zone habitable autour du Soleil semble statique. Pourtant, en vieillissant, l'étoile chauffe de plus en plus et la zone habitable s'en éloigne. Les planètes habitables d'hier se retrouvent en dehors de ses limites. Aujourd'hui, la Terre se situe près du bord interne de la zone habitable du Soleil. Elle deviendra trop chaude pour abriter de l'eau liquide dans 1,75 milliard d'années.

Les étoiles naines de type K brillent moins intensément mais plus longtemps que le Soleil, et leur zone habitable se déplace peu durant des dizaines de milliards d'années, ce qui augmente les chances que la vie apparaisse sur leurs planètes.



L'étoile hôte et la zone habitable ne sont pas les seuls critères pour rendre superhabitable une planète. Cette dernière doit aussi être plus massive que la Terre. Cela préviendrait deux catastrophes susceptibles de s'abattre sur les planètes rocheuses qui prennent de l'âge. Lesquelles ?

Si la Terre était située dans la zone habitable d'une naine de type K, l'intérieur de la planète se serait refroidi bien avant la mort de l'étoile. Ce serait un obstacle à l'habitabilité. En effet, la chaleur interne d'une planète entretient les mouvements de convection dans le manteau, auxquels sont dues les éruptions volcaniques et la tectonique des plaques. Ces processus reconstituent et recyclent le contenu de l'atmosphère en gaz carbonique. Sans eux, la quantité de dioxyde de carbone atmosphérique diminuerait régulièrement. La pluie le ramènerait au sol où il se fixerait dans les roches. À terme, l'effet de serre global, dépendant du dioxyde de carbone, serait insuffisant pour maintenir la température atmosphérique. La planète se retrouverait probablement dans un état de « boule de neige » inhabitable, dans lequel toute l'eau de surface serait gelée.

Les effets pervers d'une masse inadaptée

Au-delà de la diminution de l'effet de serre, le refroidissement de l'intérieur d'une planète rocheuse vieillissante pourrait aussi faire disparaître le champ magnétique qui protège la planète des rayons cosmiques nocifs. Ce champ est engendré par la rotation de la partie liquide de son cœur de fer, que la convection et les turbulences transforment en dynamo. Le cœur reste liquide à cause de la chaleur résiduelle de la formation planétaire, ainsi que de la désintégration des isotopes radioactifs qui y sont naturellement présents.

Quand la chaleur interne d'une planète rocheuse s'est dissipée, le cœur se solidifie, l'effet dynamo prend fin et le bouclier magnétique disparaît. Le rayonnement cosmique et les éruptions stellaires érodent la haute atmosphère, et les particules cosmiques de haute énergie parviennent jusqu'à la surface. En conséquence, les planètes âgées perdraient une bonne partie de leur atmosphère – qui sert aussi de bouclier contre le rayonnement cosmique –, et les niveaux élevés de rayonnement qui s'ensuivraient seraient délétères.