

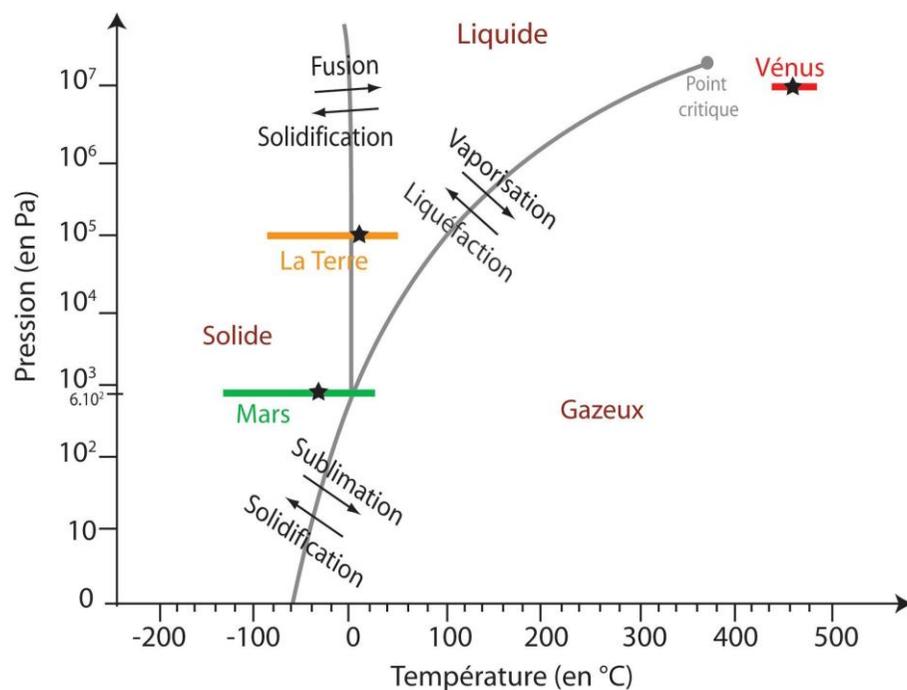
## Correction du TP. Les conditions de la vie sur une planète

### Atelier 1. Les conditions indispensables à l'existence de la vie.

Cet atelier permettait de déterminer que les deux conditions indispensables à l'apparition de la vie à la surface d'une planète sont la **présence d'eau liquide** en surface et le fait qu'il s'agisse d'une **planète rocheuse**. L'atmosphère joue un rôle important en protégeant les êtres vivants contre le rayonnement solaire mais cette condition n'est pas complètement indispensable, la vie pouvant se développer dans d'autres milieux protégés des rayons cosmiques : dans un océan, sous terre...

### Atelier 2. L'eau dans tous ces états

Cet atelier permettait de montrer qu'en fonction des conditions de pression et de température sur une planète, l'eau peut exister sous une ou plusieurs phases : liquide, solide (glace d'eau) ou gazeux (vapeur d'eau). Si on place sur le diagramme de phase de l'eau, les domaines de pression/température pour Venus, Mars et la Terre (voir document 1 ci-dessous), on observe que seul le domaine de la Terre recoupe celui de l'eau liquide : la Terre est la seule planète du système solaire à posséder de l'eau liquide en surface.



Document 1. Diagramme de phase de l'eau et domaine de pression et température pour trois planètes du système solaire.

### Atelier 3. Les conditions déterminant la pression à la surface d'une planète.

Cet atelier permettait de montrer que le paramètre principal contrôlant la présence d'une atmosphère à la surface de la planète est sa masse : si la planète est trop petite, les molécules de gaz s'échappent progressivement vers l'espace et la planète perd son atmosphère.

*Remarque. La planète Mars possédait une atmosphère au début de son histoire : la pression à la surface de la planète était alors supérieure à la pression actuelle et la planète possédait une grande quantité d'eau liquide à sa surface qui a laissé de nombreuses traces (cours d'eau fossilisé, sulfates...). L'eau liquide la surface de Mars aurait disparu il y a environ 2 milliards d'années mais il s'agit encore d'un champ de recherche très récent et actif grâce aux rovers martiens comme Curiosity.*

Un autre paramètre détermine la présence ou non d'une atmosphère à la surface d'une planète : la **température** à la surface de la planète. Ainsi plus une planète est loin de son étoile (donc froide), plus la masse minimale nécessaire pour retenir une atmosphère est faible.

### Atelier 4. Les conditions contrôlant la température à la surface d'une planète

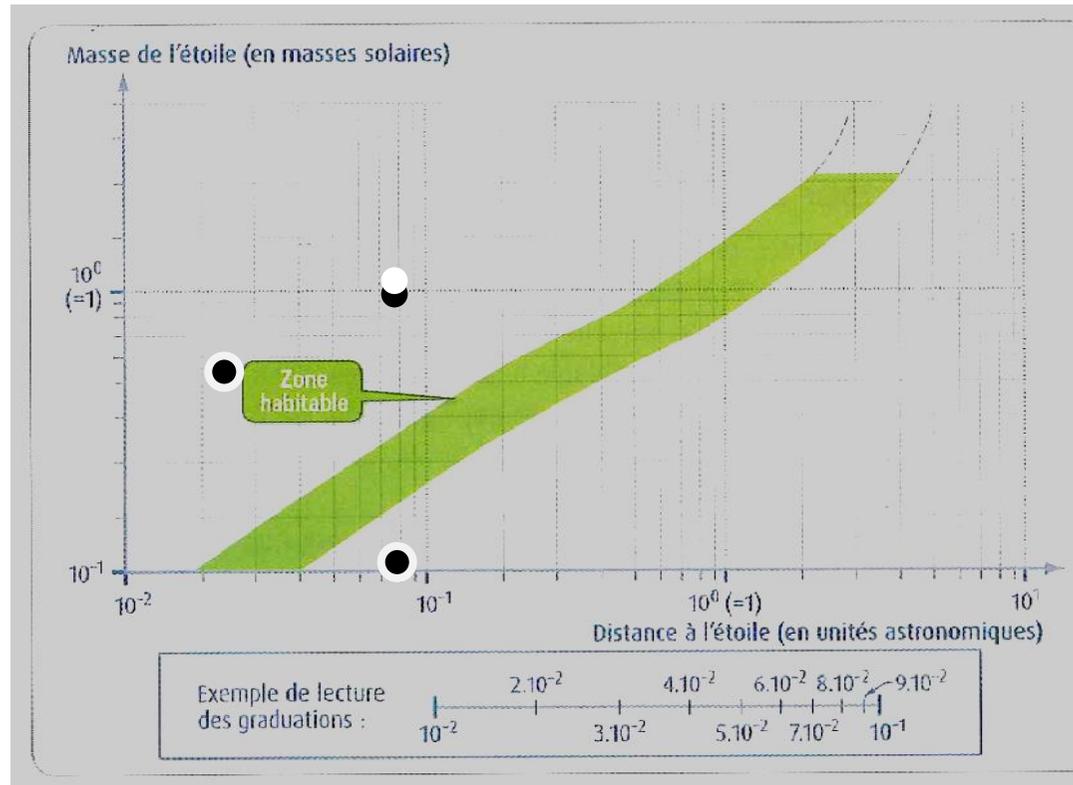
Le premier paramètre qui contrôle la température à la surface d'une planète est la distance à son étoile : plus la planète est loin du soleil, moins elle reçoit d'énergie du soleil et plus sa température (théorique) de surface est faible.

Néanmoins, On observe pour certaines planètes une différence forte entre la température réelle et la température théorique. Il s'agit des planètes qui possèdent une atmosphère (Vénus, La Terre et dans une certaine mesure Mars) qui contient du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). Ce gaz est un gaz à effet de serre : il retient la chaleur du soleil à la surface de la planète. Plus la quantité de  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère est importante, plus l'effet de serre est important. Ainsi sur Vénus dont l'atmosphère contient 95% de  $\text{CO}_2$  la différence de température entre la température théorique et la température réelle liée à l'effet de serre est de 440 °C. Sur Terre (0,03 % de  $\text{CO}_2$ ) la différence est de 33 °C.

### Bilan. Quelle planète candidate.

Pour déterminer si une planète était habitable, il fallait :

- Vérifier à l'aide de la densité que la planète est bien une planète rocheuse et non une planète gazeuse (densité supérieure à 4).
- Placer chacune des planètes sur le graphique représentant la zone habitable fourni (voir graphique ci-dessous)
- Vérifier que la planète, si elle est dans une zone habitable est suffisamment grosse pour retenir une atmosphère.



**Numenor** est placée dans la zone habitable mais sa densité est trop faible pour être celle d'une planète rocheuse. Il s'agit d'une planète gazeuse et ce n'est donc pas un bon candidat.

**Angmar** est une planète rocheuse (densité = 5,4). Sa masse est légèrement supérieure à celle de la Terre et donc suffisante pour retenir une atmosphère. Néanmoins, si on la place sur le graphique, on s'aperçoit qu'elle n'est pas située dans la zone habitable. Ce n'est donc pas un bon candidat.

**Valinor** est une planète rocheuse et située dans la zone habitable mais elle est trop petite pour retenir une atmosphère (Valinor a à peu près la même masse que Mars qui a perdu son atmosphère). La pression atmosphérique à sa surface est vraisemblablement trop faible pour que de l'eau liquide se trouve en surface même si la température moyenne de surface est compatible avec la présence d'eau liquide en surface.

**Belfalas** est une planète rocheuse située dans la zone habitable. Sa masse est supérieure à celle de la Terre, elle est donc susceptible de posséder une atmosphère. La température moyenne estimée est trop faible pour que de l'eau liquide existe en surface mais cette température est estimée en prenant en compte un effet de serre équivalent à celui de la Terre (+35 °C environ). Si la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère est un peu plus importante que sur Terre, la planète contient probablement de l'eau liquide en quantité à sa surface et elle est donc habitable. **Cette planète est donc la planète candidate la plus prometteuse.** Seul moyen de s'en assurer pour le moment : aller sur place (mais ça va prendre encore un peu de temps).

## Bilan

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'eau liquide est une condition indispensable à l'existence et au développement de la vie. La présence d'eau liquide à la surface d'une planète dépend des conditions de pression et de température. Ces conditions physico-chimiques sont liées à la **distance à son étoile**, à la **composition de l'atmosphère** (effet de serre) et à la **masse de la planète** qui doit être suffisante pour retenir l'atmosphère. La Terre est la seule planète du système solaire qui abrite actuellement la vie en surface.

Les chercheurs ont identifiés environ **3600 exoplanètes**, c'est-à-dire des planètes situées en dehors du système solaire. La **zone habitable** (ou zone d'habitabilité) est une zone en anneau autour d'une étoile dans laquelle la température est compatible avec la présence d'eau liquide en surface d'une planète. Pour être habitable, une planète doit être située dans cette zone et être suffisamment massive pour retenir une atmosphère. Actuellement, 40 exoplanètes **habitables**, c'est-à-dire susceptibles d'abriter la vie, ont été identifiées mais **aucune trace de vie** n'a encore été découverte en dehors de la Terre.

Schéma bilan attendu

