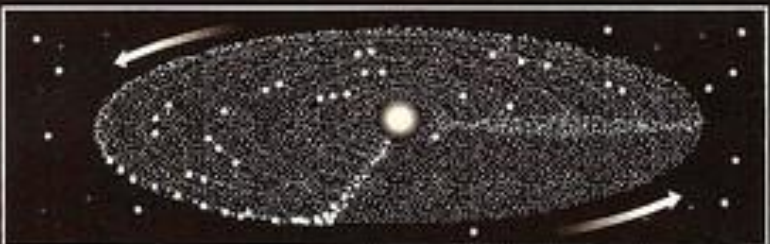


# LES PLANÈTES TELLURIQUES





Temps

La température de cette planète primitive est d'environ 4700°C



Earth



Venus



Mars



Mercury



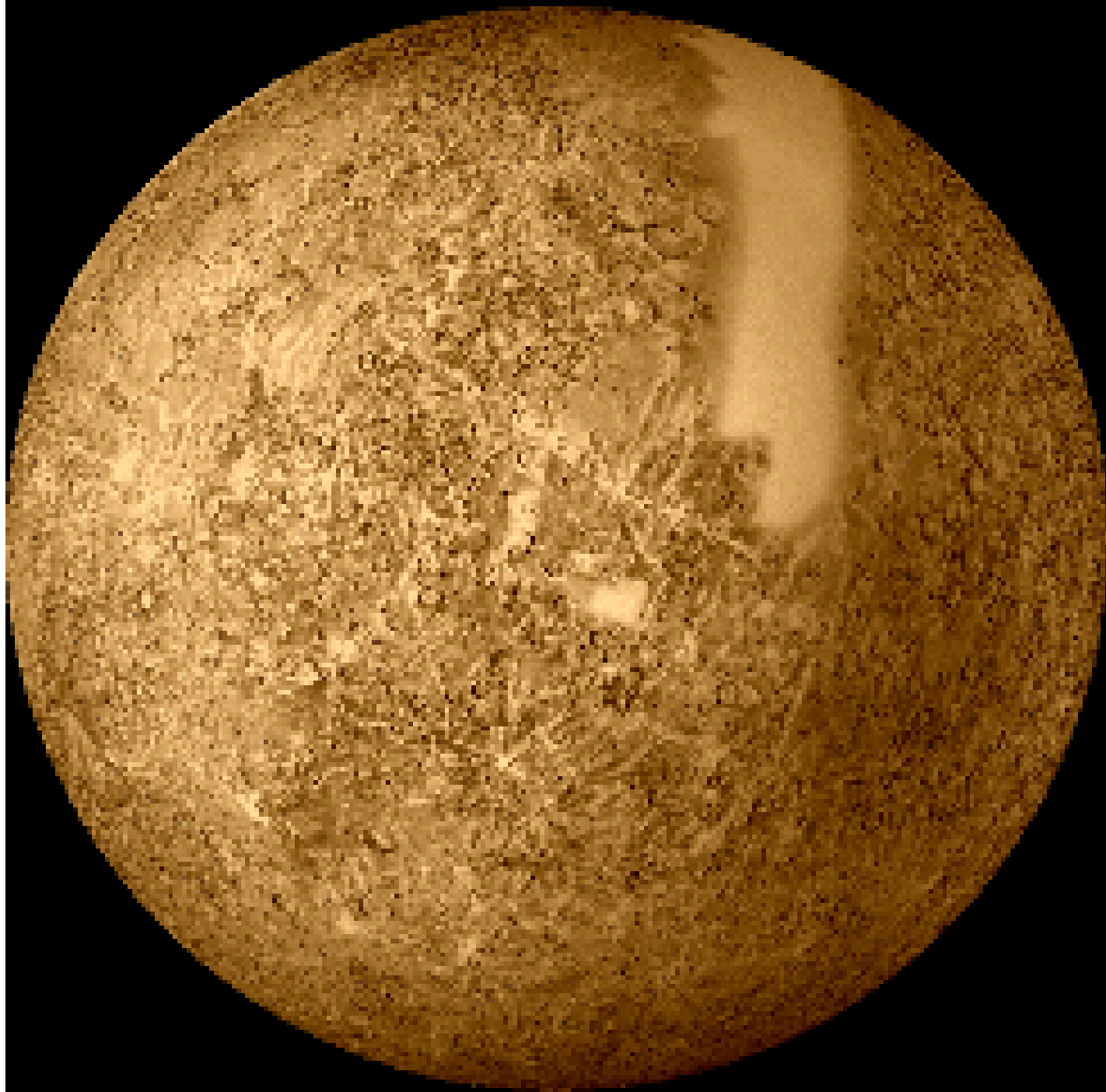
Pluto



MERCURE



MERCURE



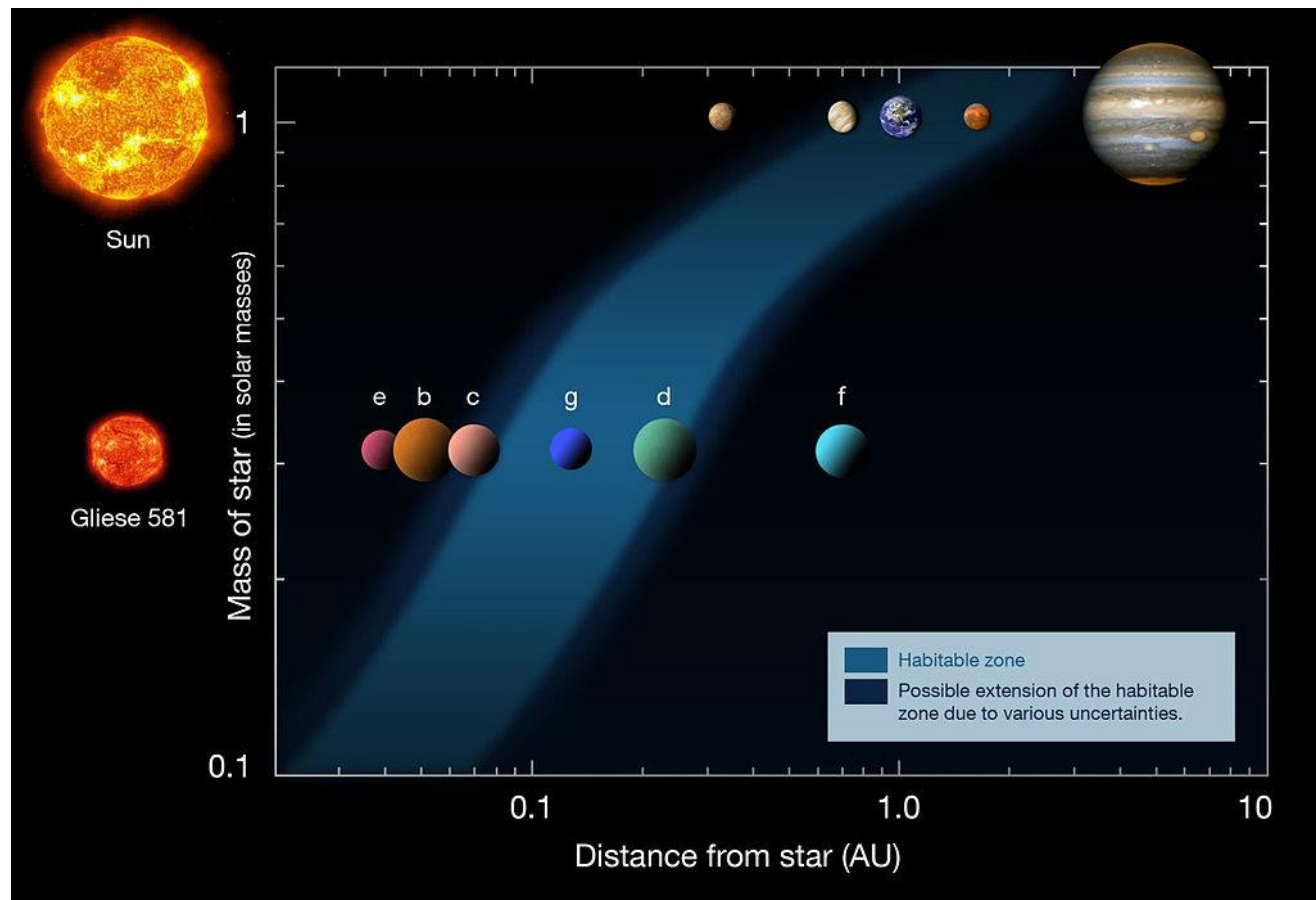
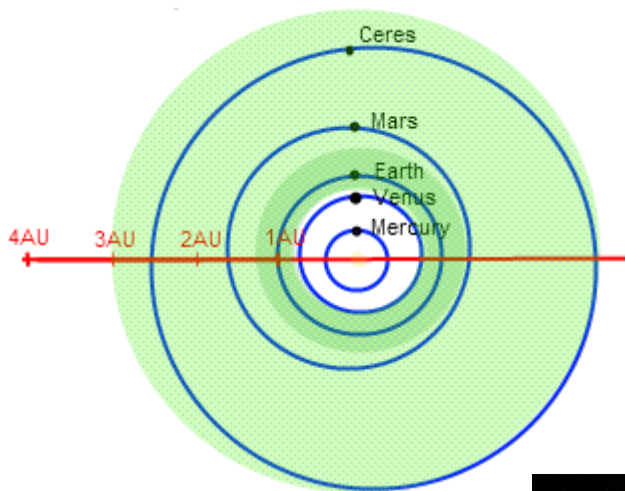
VENUS



TERRE



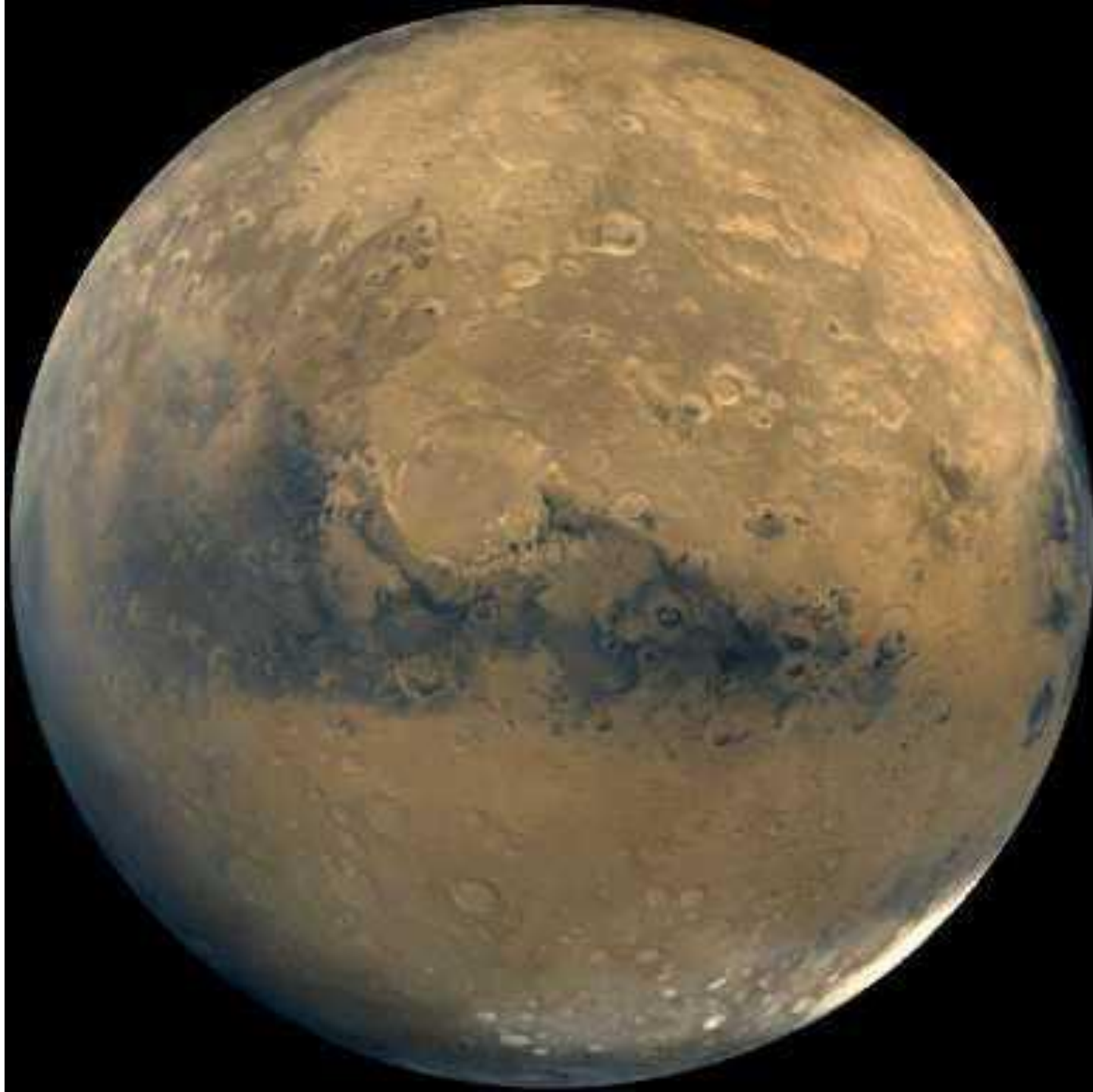




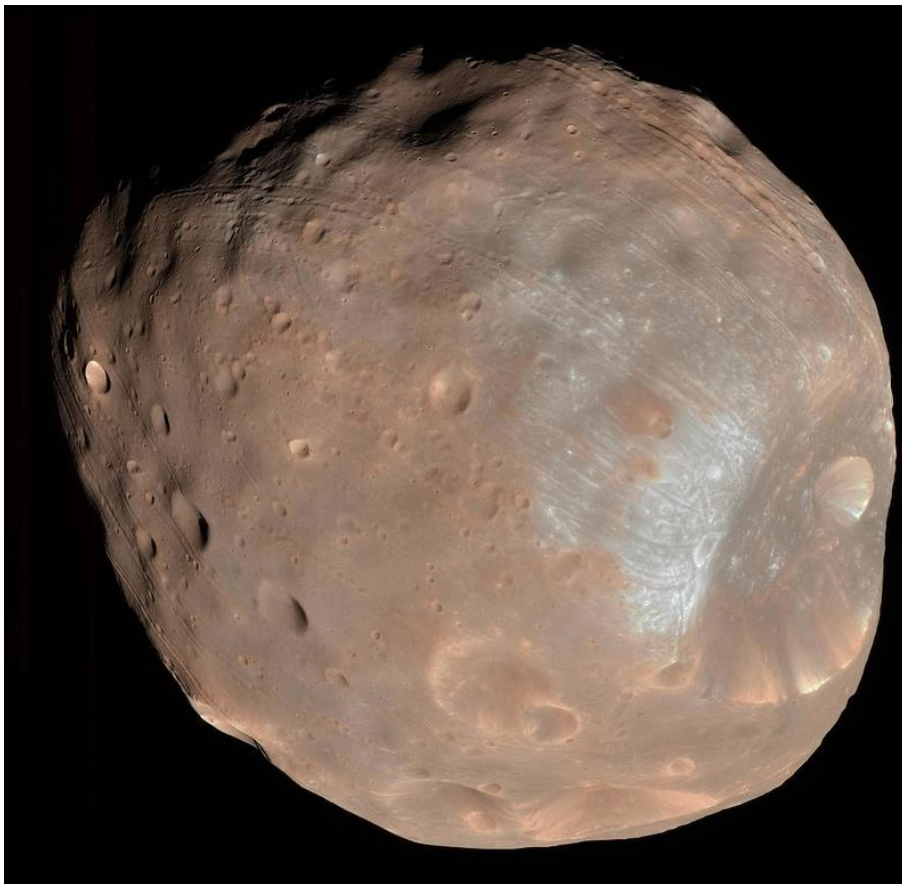




MARS



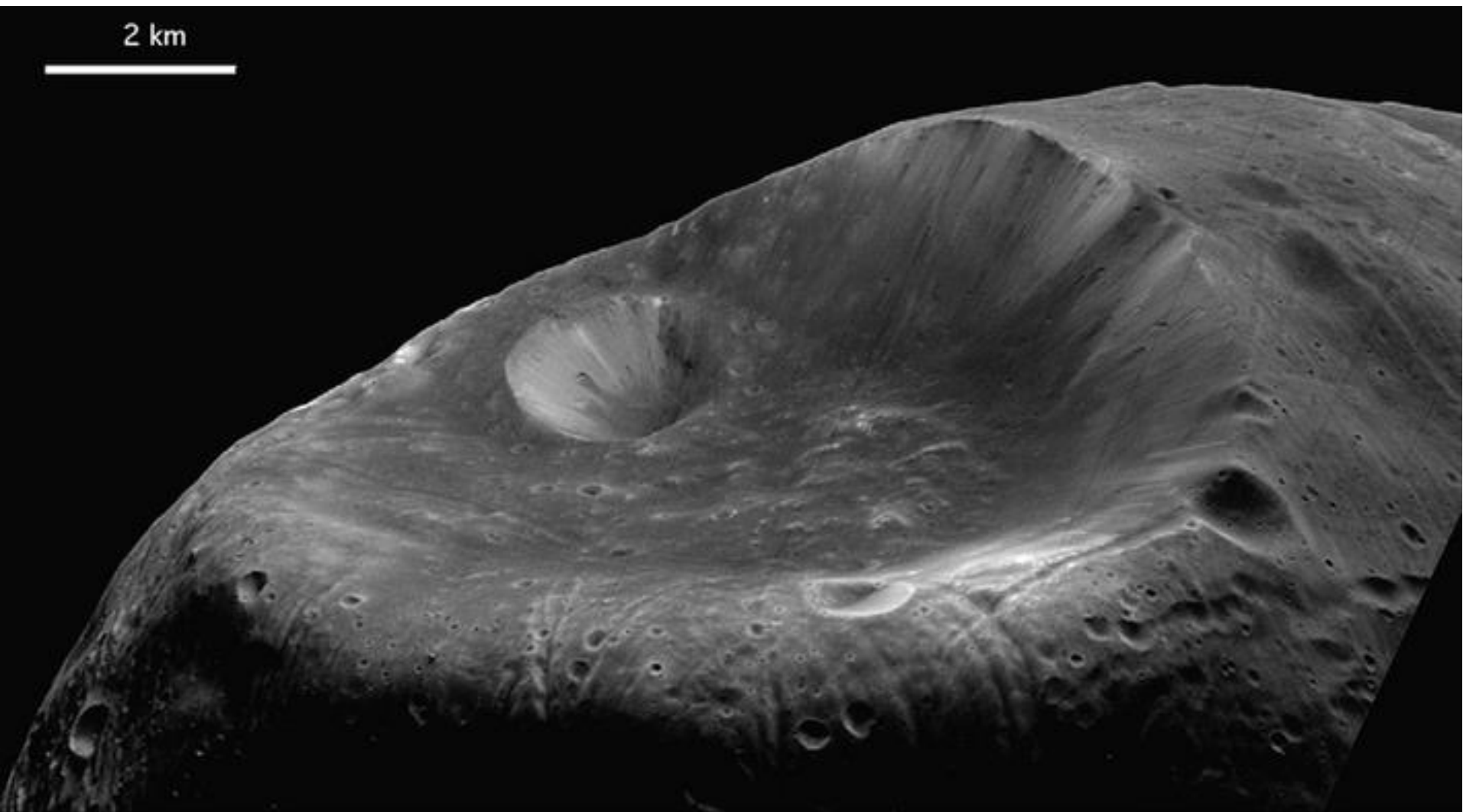
**PHOBOS**



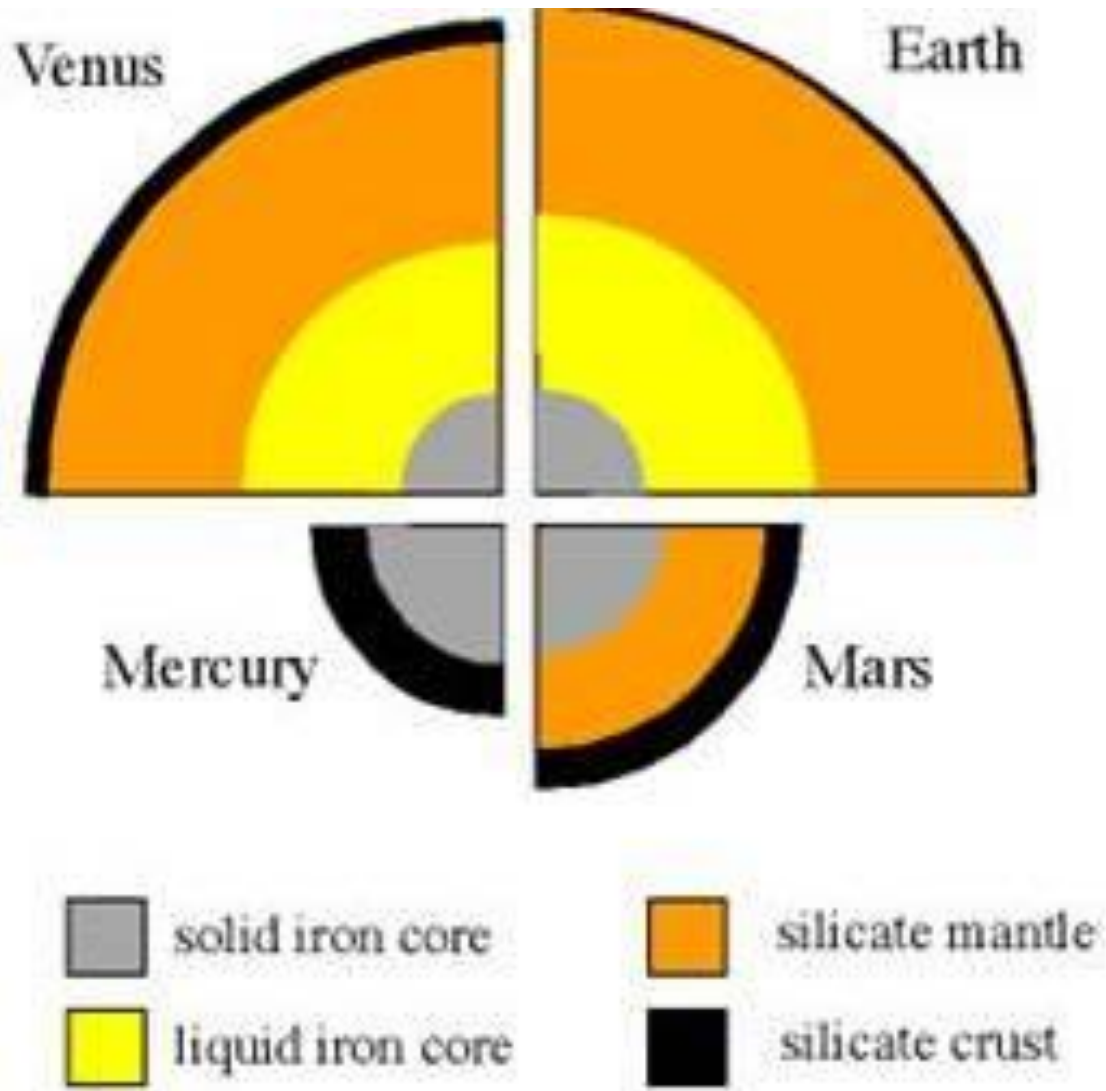
**DÉIMOS**



2 km



Coupe comparées à l'échelle



Terrestrial planet interiors to same scale

## MERCURE

**Position :** Première planète à partir du Soleil.

### **Paramètres orbitaux :**

*Distance moyenne au Soleil :*  $58 \times 10^6$  km (0,39 UA)

*Période de révolution orbitale (année sidérale) :* 88 j.

*Vitesse orbitale :* 47,5 km/s

*Période de rotation (jour sidéral) :* 58,6 j.

*Obliquité de l'axe de rotation :*  $0,00^\circ$

*Excentricité orbitale :* 0,206.

*Inclinaison sur l'écliptique :*  $7^\circ 00'$ .

### **Masse, taille, gravité, densité :**

*Diamètre :* 4.878 km.

*Masse volumique réelle :* 5,44.

*Masse volumique décomprimée :* 5,40. (masse volumique ramenée à la pression atmosphérique, ce qui permet d'effacer l'effet des phases de hautes pressions (denses) à l'intérieur de la planète).

*Champ gravitationnel :* 3,72 N/kg.

*Vitesse de libération :* 4,3 km/s.

### **Température de surface :**

*Extrêmes :* jour :  $430^\circ\text{C}$  ; nuit :  $-100^\circ\text{C}$ .

*Moyenne :*  $167^\circ\text{C}$ .

### **Atmosphère :**

*Pression à la surface :*  $< 10^{-12}$  bar. (vide le plus poussé en laboratoire  $10^{-10}$  bar)

*Composition :*  $\text{H}_2$ , He de passage provenant du Soleil.

**Albédo :** 0,1.

**Champ magnétique :** 1% de celui de la Terre.

**Satellites :** aucun



- **VENUS**

- **Position** :Deuxième planète à partir du Soleil.

- **Paramètre orbitaux :**

- *Distance moyenne au Soleil* :  $108 \times 10^6$  km (0,72 UA)
- *Période de révolution orbitale (année sidérale)* : 225 j.
- *Vitesse orbitale* : 35 km/s
- *Période de rotation (jour sidéral)* : -243,0 j.
- *Obliquité de l'axe de rotation* : -2,00°
- *Excentricité orbitale* : 0,007.
- *Inclinaison sur l'écliptique* : 3°24'.

- **Masse, taille, gravité, densité :**

- *Diamètre* : 12.104 km.
- *Masse volumique réelle* : 5,24.
- *Masse volumique décomprimée* : 4,3. (masse volumique ramenée à la pression atmosphérique, ce qui permet d'effacer l'effet des phases de hautes pressions (denses) à l'intérieur de la planète).
- *Champ gravitationnel* : 8,85 N/kg.
- *Vitesse de libération* : 10,4 km/s.

- **Température de surface :**

- *Moyenne* : 477°C.

- **Atmosphère :**

- *Pression à la surface* : 90 bar.
- *Composition* : 96% CO<sub>2</sub>, 3,5% N<sub>2</sub>, traces de SO<sub>2</sub>, de H<sub>2</sub>O, nuages de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

- **Albédo** : 0,65.

- **Champ magnétique** : nul.

- **Satellites** : aucun.

- **TERRE**
- **Position** : Troisième planète à partir du Soleil.
- **Paramètres orbitaux** :
  - *Distance moyenne au Soleil* :  $150 \times 10^6$  km (1,00 UA)
  - *Période de révolution orbitale (année sidérale)* : 365,25 j.
  - *Vitesse orbitale* : 29,8 km/s
  - *Période de rotation (jour sidéral)* : 23,9 h.
  - *Obliquité de l'axe de rotation* :  $23,44^\circ$
  - *Excentricité orbitale* : 0,0017.
  - *Inclinaison sur l'écliptique* :  $0^\circ 00'$ .
- **Masse, taille, gravité, densité** :
  - *Diamètre* : 12.756 km.
  - *Masse volumique réelle* : 5,5.
  - *Masse volumique décomprimée* : 4,5. (masse volumique ramenée à la pression atmosphérique, ce qui permet d'effacer l'effet des phases de hautes pressions (denses) à l'intérieur de la planète).
  - *Champ gravitationnel* : 9,81 N/kg.
  - *Vitesse de libération* : 11,2 km/s.
- **Température de surface** :
  - *Extrêmes* : maximum :  $50^\circ\text{C}$  ; minimum :  $-50^\circ\text{C}$ .
  - *Moyenne* :  $15^\circ\text{C}$ .
- **Atmosphère** :
  - *Pression à la surface* : 1 bar.
  - *Composition* : 78%  $\text{N}_2$ , 21%  $\text{O}_2$ , traces d'Ar, de  $\text{CO}_2$ , de Ne, nuages de  $\text{H}_2\text{O}$ .
- **Albédo** : 0,35.
- **Champ magnétique** :  $3,3 \cdot 10^{-5}$  à  $7 \cdot 10^{-5}$  T.
- **Satellites** : un.

- La température de cette Terre primitive est d'environ 4700°C (chaleur due aux collisions). Cette Terre est donc formée de matière en fusion. Petit à petit, la Terre se refroidit, les éléments les plus légers remontant vers la surface et les plus lourds (fer) s'enfonçant pour former un noyau. La solidification du noyau interne de la Terre aurait commencé il y a 3,5 milliards d'années.
- Le matériau terrestre initial est constitué de fer à plus de 85% sous forme métallique réduite, et à moins de 15% sous forme métallique oxydée (ces proportions ont été obtenues à partir de l'analyse des chondrites).
- La Terre s'est donc refroidie jusqu'à atteindre une température de 1100°C.
- Alors que la Terre a environ 50 millions d'années, elle va entrer en collision avec une autre protoplanète (de la taille de Mars). Cette collision sera telle que la Terre va "fondre". Cette collision serait à l'origine de "l'éjection de la Lune". La Lune se serait formée par agglomération des résidus de roche vaporisés lors de l'impact.

- La collision a probablement modifié l'axe de rotation de la Terre, cette inclinaison est à l'origine des saisons.
- L'impact qui a donné naissance à la Lune aurait aussi déterminé la différenciation de la Terre et son organisation en plusieurs couches. Les deux objets qui sont entrés en collision avaient déjà chacun un noyau. Lors du choc les deux noyaux auraient fusionné et donné un seul noyau. A la suite de l'impact, la surface de la Terre serait restée en fusion pendant des milliers d'années, formant un "océan magmatique" d'au moins 1 000 km de profondeur. La fusion des silicates a produit un magma appauvri en silicium. Les solides résiduels silicatés, plus denses, ont constitué le manteau inférieur. L'alliage fer/nickel liquide, encore plus dense, a migré vers le centre, réduisant sur son passage une partie des silicates en silicium, incorporant ce silicium ainsi que de l'oxygène. Cette migration (en moins d'un million d'années) a entraîné tous les éléments ayant une forte affinité pour le fer tels que le platine, l'or, l'iridium, le tungstène...
- Lors de la fusion du manteau supérieur, la quasi totalité des gaz se sont échappés, contribuant à la formation de l'atmosphère.
- A l'issue de cette différenciation primitive, il y a 4535 millions d'années, la Terre était donc constituée d'un noyau liquide d'environ 3400 km de diamètre, d'un manteau inférieur (1900 km d'épaisseur) et d'un manteau supérieur (océan magmatique d'environ 1000 km d'épaisseur).

La **Lune** est l'unique satellite naturel de la Terre et le cinquième plus grand satellite du système solaire avec un diamètre de 3 474 km.

Elle résulte sans doute d'une collision il y a 4,4 milliards d'années entre notre planète naissante et un petit corps céleste appelé Théia.

La distance moyenne séparant la Terre de la Lune est de 384 400 km (soit un peu plus d'une seconde-lumière), c'est-à-dire environ 30 fois le diamètre terrestre

La Lune s'éloigne de 3,8 centimètres par an de la Terre.

Le demi grand axe entre la Lune et la Terre est de 384 402 km.

Le diamètre moyen de la Lune est de 3 474 km.

La force qu'exerce la Terre sur la Lune est d'environ  $1,95 \times 10^{20}$  Newton.

## **Orbite**

Dans la représentation la plus simple, on peut dire que la Lune a une orbite elliptique autour du centre de la Terre (conformément aux lois de Kepler), qui lui-même tourne autour du Soleil. Pour être plus précis, on peut résoudre le problème à deux corps, ce qui permet de montrer que la Terre et la Lune orbitent en fait autour du barycentre du système double, qui lui-même tourne autour du Soleil, l'influence gravitationnelle perturbatrice du Soleil étant faible par rapport à leur interaction mutuelle.

Comme ce dernier se trouve à l'intérieur de la Terre, à environ 4 700 kilomètres de son centre, le mouvement de la Terre est généralement décrit comme une « oscillation », et le système Terre-Lune est clairement un système planète-satellite et non une planète double.

La période de rotation de la Lune est la même que sa période orbitale et elle présente donc toujours le même hémisphère (nommé donc « face visible de la Lune ») à un observateur terrestre (l'autre hémisphère est donc appelé « Face cachée de la Lune »).

Cette rotation synchrone résulte des frottements qu'ont entraînés les marées causées par la Terre à la Lune qui ont progressivement amené la Lune à ralentir sa rotation sur elle-même, jusqu'à ce que la période de ce mouvement coïncide avec celle de la révolution de la Lune autour de la Terre. Actuellement les effets de marée de la Lune sur la Terre ralentissent la rotation de cette dernière et provoquent un léger éloignement des deux astres d'environ 3,8 cm par année. De fait, la Lune à sa création orbitait à une distance 15 fois moindre qu'aujourd'hui (soit 25 626 Km) et la Terre tournait alors sur elle-même en 6 heures

Les points où l'orbite de la Lune croise l'écliptique (plan orbital de la terre) s'appellent les « nœuds » lunaires : le nœud ascendant est celui où la Lune passe vers le nord de l'écliptique et le nœud descendant est celui où elle passe vers le sud.

## Géologie

Les mers (zones sombres) sont de grandes plaines de lave solidifiée. Ce magma très fluide est remonté des profondeurs après un intense bombardement de la Lune par des astéroïdes il y a un peu moins de 4 milliards d'années. Les épanchements successifs de lave ont cessé il y a environ 1 milliard d'années. Seules les régions les plus élevées ont échappé à ce remplissage. Ce sont les zones claires où l'on découvre au télescope de très nombreux cratères d'impacts et quelques chaînes de montagnes. Ce scénario a été corroboré par l'analyse des échantillons de roches lunaires rapportées par les différentes missions Apollo entre 1969 et 1972.

On pensait la Lune géologiquement morte et dénuée d'intérêt mais différents orbiteurs ont détecté ces dernières années des réserves d'eau au niveau des pôles lunaires. Cette eau a très certainement été amenée par des comètes et a pu se conserver dans le fond obscur et glacé des cratères.

- **MARS**

- **Position** : Quatrième planète à partir du Soleil.

- **Paramètres orbitaux** :

- *Distance moyenne au Soleil* :  $228 \times 10^6$  km (1,52 UA)
- *Période de révolution orbitale (année sidérale)* : 687 j.
- *Vitesse orbitale* : 24,1 km/s
- *Période de rotation (jour sidéral)* : 24,6.h.
- *Obliquité de l'axe de rotation* : 23,98°
- *Excentricité orbitale* : 0,093.
- *Inclinaison sur l'écliptique* : 1°51'.

- **Masse, taille, gravité, densité** :

- *Diamètre* : 6.794 km.
- *Masse volumique réelle* : 3,94.
- *Masse volumique décomprimée* : 3,30. (masse volumique ramenée à la pression atmosphérique, ce qui permet d'effacer l'effet des phases de hautes pressions (denses) à l'intérieur de la planète).
- *Champ gravitationnel* : 3,72 N/kg.
- *Vitesse de libération* : 5,0 km/s.

- **Température de surface** :

- *Extrêmes* : jour : 20°C ; nuit : -140°C.
- *Moyenne* : -40°C.

- **Atmosphère** :

- *Pression à la surface* : 0,008 bar (+/-0,02, variations saisonnières).
- *Composition* : 95% CO<sub>2</sub>, 3% N<sub>2</sub>, 2% Ar, traces de O<sub>2</sub>, de H<sub>2</sub>O, nuages de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> et de poussières.

- **Albédo** : 0,16.

- **Champ magnétique** : nul.

- **Satellites** : deux.

- **PHOBOS, UNE JUELLE AU DESTIN CRUEL**
- **Diamètre moyen : 22 km**
- **Altitude martienne : 9 000 km**
- **Vitesse orbitale : 7 700 km/h**
- **Révolution autour de Mars : 8 heures**
- Elle a été découverte le 18 août 1877 par l'astronome américain Asaph Hall, quelques jours plus tard que sa grande sœur Déimos. Voyageant à 6 000 km d'altitude de la surface martienne, Phobos est le satellite le plus proche de sa planète dans tout le système solaire. Sa surface, qui n'a pas une forme totalement circulaire, est recouverte d'une poudre poussiéreuse d'environ 1 mètre d'épaisseur et est parsemée de cratères et de balafres, causées par des impacts de météorites. Le plus connu est le *Stickney Crater*, dont le nom fait référence à la femme de Asaph Hall, Angeline Stickney, et qui voit son diamètre atteindre 9,5 km. Les autres rainures jonchant son sol sont pour les scientifiques les prémices de multiples brisures de la lune, dont le sort semble d'ore et déjà sceller.
- Alors que les forces de gravitation conduisent notre Lune à s'éloigner progressivement de la Terre par exemple, Phobos fait dans la rébellion : elle se rapproche de Mars d'environ deux mètres tous les 100 ans. Une étude réalisée par la NASA suggère que ce rapprochement provoquera la destruction de Phobos d'ici 30 à 50 millions d'années. La lune martienne éclatera en morceaux, sa fragile structure ne résistant pas aux déformations causées par les marées et la gravité de Mars, et viendra s'écraser sur la planète rouge.



- **DÉIMOS, UNE ÉMANCIPATION FATALE**

- **Diamètre moyen : 12 km**

- **Altitude martienne : 23 000 km**

- **Vitesse orbitale : 4 800 km/h**

- **Révolution autour de Mars : 30 heures**

- Découverte le 12 août 1877 par Asaph Hall. Déimos est deux fois plus petite que Phobos et s'éloigne progressivement de la surface de Mars. Contrairement à notre lune, elle n'a pas une forme sphérique et son sol est beaucoup plus lisse que celui de sa petite sœur : seuls deux cratères sont connus à ce jour, Swift et Voltaire, et le plus grand mesure 3 km de diamètre. Une épaisse couche de régolithe d'environ 100 mètres de profondeur les recouvre, rendant son aspect plus net. Les scientifiques estiment également que sa résistance mécanique est plus importante que celle de Phobos, rendant sa surface moins crevassée. La gravité de Déimos est très faible : il suffirait à un Homme de courir à sa surface et de sauter pour pouvoir s'en échapper. Son observation est cependant très compliquée pour un astronome amateur : sa petite taille et son très faible albédo la rendent quasiment invisible pour les télescopes standards.

- Son destin est très différent de celui de Phobos. Contrairement à celle-ci, Déimos s'éloigne progressivement de la surface de la planète rouge, et pourrait s'échapper de l'attraction martienne avant de se perdre dans l'espace. Mars pourrait voir ses deux enfants Phobos et Déimos disparaître d'ici quelques millions d'années.