

LES VISUELS

LICENCE/PREPAS/CAPES

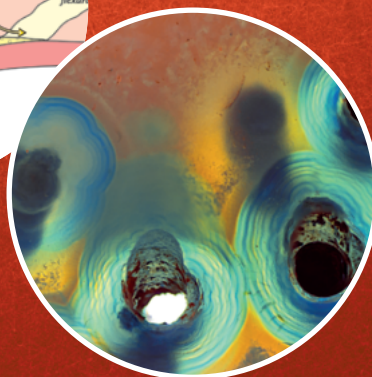
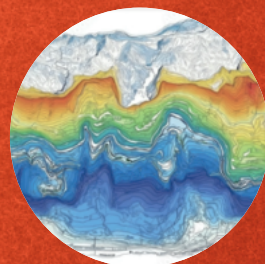
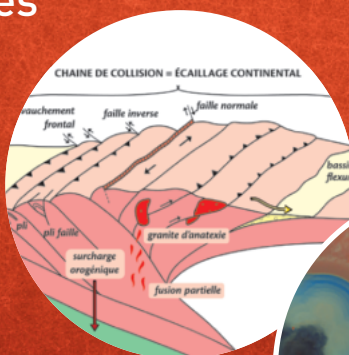
VALÉRIE BOUTIN | LAURENT GERAY | JEAN-FRANCOIS BONELLO
AUDE DE QUILLACQ | AURÉLIE DENIS | AUDREY PROUST | MARLÈNE VABRE

SOUS LA DIRECTION SCIENTIFIQUE DE PIERRE THOMAS
ILLUSTRATIONS DE LAURENT GERAY

S'ENTRAINER EN **GÉOLOGIE**



- 100 fiches
- 100 schémas
- 300 exercices



+ EN LIGNE



50 schémas à légender

deboeck B
SUPÉRIEUR

S'ENTRAINER EN

GÉOLOGIE

VALÉRIE BOUTIN | LAURENT GERAY | JEAN-FRANÇOIS BONELLO
AUDE DE QUILLACQ | AURÉLIE DENIS | AUDREY PROUST | MARLÈNE VABRE

SOUS LA DIRECTION SCIENTIFIQUE DE PIERRE THOMAS

ILLUSTRATIONS DE LAURENT GERAY

S'ENTRAINER EN

GÉOLOGIE

- 100 fiches
- 100 schémas
- 300 exercices

+ EN LIGNE



50 schémas à légender

deboeck **B**
SUPÉRIEUR

Pour toute information sur notre fonds et nos nouveautés,
consultez notre site web :

www.deboecksuperieur.com

*L'accès aux ressources numériques associées à cet ouvrage est personnel et incessible.
Il est soumis aux conditions d'utilisation en vigueur accessible sur le site De Boeck Supérieur et
peut être interrompu à tout moment, sans garantie de maintien ou de compensation.*

© De Boeck Supérieur s.a., 2025

Rue du Bosquet, 7 – 1348 Louvain-la-Neuve

Illustrations scientifiques : Laurent Geray

Maquette et mise en page de l'intérieur : Laurent Geray

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Dépôt légal :

Bibliothèque nationale, Paris : septembre 2025

Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2025/13647/130

ISBN 978-2-8073-7050-0

SOMMAIRE

- 01** Les planètes du système solaire
- 02** Les petits corps du système solaire
- 03** La Lune
- 04** Mars
- 05** La Terre, une des planètes bleues
- 06** L'atmosphère terrestre : structure et composition
- 07** Les circulations atmosphériques
- 08** L'océan : structure et composition
- 09** La circulation océanique
- 10** Phénomène El Niño
- 11** Le modèle PREM
- 12** La classification des roches
- 13** Les silicates
- 14** Les granites
- 15** Basaltes et gabbros
- 16** La péridotite
- 17** La minéralogie du manteau profond
- 18** La convection mantellique
- 19** Le noyau terrestre

- 20** Le champ magnétique terrestre
- 21** Les sources de chaleur interne
- 22** Le géotherme
- 23** La tectonique des plaques
- 24** Les zones de divergence
- 25** Dorsales lentes, dorsales rapides
- 26** Les processus hydrothermaux au niveau des dorsales
- 27** La lithosphère océanique
- 28** Les zones de subduction
- 29** Les zones de collision
- 30** Les zones de coulissage
- 31** Les points chauds
- 32** Le comportement mécanique des roches
- 33** Les failles
- 34** Stylolithes et fentes de tension
- 35** Les plis
- 36** Schistosité et linéation
- 37** Cisaillements
- 38** La rhéologie de la lithosphère
- 39** Les mécanismes au foyer
- 40** Le métamorphisme de contact
- 41** Les grilles pétrogénétiques
- 42** Les séquences métamorphiques
- 43** Les faciès métamorphiques
- 44** Reconstitution de chemins PTt
- 45** Les gradients métamorphiques
- 46** Les mécanismes de l'altération physique
- 47** Les mécanismes de l'altération chimique
- 48** L'altération du granite et d'autres roches magmatiques
- 49** Le modelé karstique

- 50** Le transport des matériaux issus de l'altération
- 51** Les marges passives
- 52** Les bassins sédimentaires
- 53** Les Alpes
- 54** Les massifs anciens
- 55** Les dépôts détritiques
- 56** La sédimentation océanique
- 57** La sédimentation évaporitique
- 58** Devenir de la matière organique dans les dépôts sédimentaires
- 59** Les traces directes de l'activité magmatique
- 60** Les différents types de volcans
- 61** Les modalités de la fusion partielle des roches
- 62** Les conditions de fusion de la péridotite mantellique
- 63** Utilisation des diagrammes binaires
- 64** Utilisation de diagrammes ternaires
- 65** L'anatexie crustale
- 66** Diversité des sources mantelliques
- 67** Le diagramme de Streckeisen
- 68** Les séries de Bowen
- 69** Les roches plutoniques
- 70** Les roches volcaniques
- 71** Les séries magmatiques
- 72** La cristallisation fractionnée
- 73** Mélange et contamination magmatique
- 74** La série tholéiitique
- 75** La série calcoalcaline
- 76** La série alcaline
- 77** La radiochronologie
- 78** Les principes de datation relative
- 79** L'échelle des temps géologiques

80	Les crises biologiques phanérozoïques
81	L'évolution de l'atmosphère
82	Le delta ^{18}O
83	Les paramètres orbitaux de Milankovitch
84	Reconstitution de paléoenvironnements glaciaires
85	Les aléas liés à la géodynamique externe
86	Les risques sismiques
87	Les risques volcaniques
88	L'effet de serre
89	Les minerais et leurs gisements
90	Pétrole, charbon, gaz
91	La géothermie
92	Les grands ensembles géologiques français
93	Le GPS
94	L'interférométrie radar
95	La tomographie sismique
96	La gravimétrie
97	L'isostasie
98	Sismique réflexion, sismique réfraction
99	Les fossiles de faciès
100	Les fossiles stratigraphiques



RESSOURCES COMPLÉMENTAIRES



Vous pourrez retrouver en ligne des compléments pédagogiques supplémentaires tels que :

➤ *Des figures muettes à compléter*

Sur la page web de ce livre : www.deboecksuperieur.com/site/370500



Les planètes du système solaire

❶ - Parmi les planètes suivantes, laquelle a le plus de satellites :

- A) Mars
- B) Jupiter
- C) Neptune

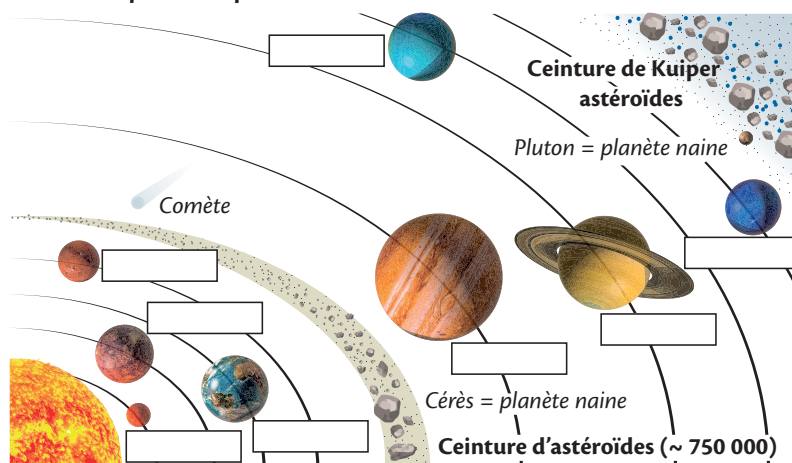
❷ - Laquelle de ces planètes a le plus grand diamètre :

- A) Jupiter
- B) Neptune
- C) Uranus

❸ - La densité moyenne de la Terre est :

- A) 5,43
- B) 5,52
- C) 3,94

⇒ Complétez les noms manquants des planètes.



Vénus, la sœur jumelle de la Terre ?

- 1) **Comparez** l'analyse des roches vénusiennes au basalte terrestre en identifiant les particularités chimiques des roches vénusiennes.
- 2) La relation suivante donne la température de surface éclairée (T , en °C) d'une planète en fonction de son albédo (A) et de sa distance au soleil (D , en mètres).

$$T = 1,08 \cdot 10^8 \left(\frac{1-A}{D^2} \right)^{1/4}$$

Calculez la température d'équilibre pour la Terre et pour Vénus, **comparez** aux valeurs réelles et **proposez** une explication.

	Venera 13	Venera 14	basalte tholéiitique
MgO	11,4 ± 6,2	8,1 ± 3,3	6,3
Al ₂ O ₃	15,8 ± 3,0	17,9 ± 2,6	14,1
SiO ₂	45,1 ± 3,0	48,7 ± 3,6	50,8
K ₂ O	4,0 ± 0,63	0,2 ± 0,07	0,8
CaO	7,1 ± 0,96	10,3 ± 1,2	10,4
TiO ₂	1,59 ± 0,45	1,25 ± 0,41	4,0
MnO	0,2 ± 0,1	0,16 ± 0,08	0,2
Fe ₂ O ₃	9,3 ± 2,2	8,8 ± 0,77	9,1

	Terre	Vénus
Distance moyenne au Soleil (millions de km)	149,6	108,2
Albédo (A)	0,34	0,64
Températures réelles relevées	+15°C	+462°C

Tableau de la composition en oxydes de roches vénusiennes (d'après Surkov et al., 1985)

Les planètes du système solaire

❶ - Parmi les planètes suivantes, laquelle a le plus de satellites :

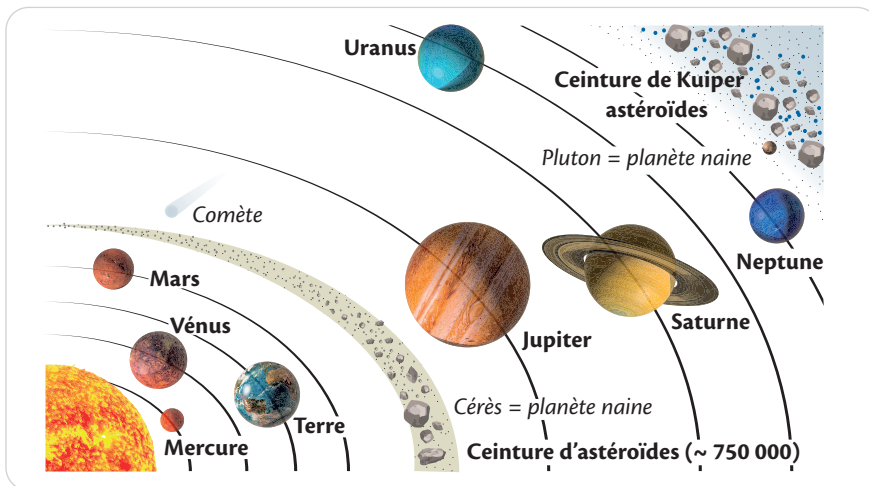
- A) Mars
- B) Jupiter
- C) Neptune

❷ - Laquelle de ces planètes a le plus grand diamètre :

- A) Jupiter
- B) Neptune
- C) Uranus

❸ - La densité moyenne de la Terre est :

- A) 5,43
- B) 5,52
- C) 3,94



Vénus, la sœur jumelle de la Terre ?

1) Parenté chimique avec le basalte tholéitique, mais richesse en oxydes de potassium.

2) Terre = - 21°C, Vénus = - 18,8 °C.

Les deux ont une température réelle plus forte que la température théorique, particulièrement remarquable pour Vénus.

Hypothèse : présence d'une atmosphère avec des gaz à effet de serre, en grande proportion sur Vénus.

Les petits corps du système solaire

❶ - Les comètes viennent généralement de :

- A) la ceinture de Kuiper.
- B) le nuage d'Oort.
- C) la ceinture d'astéroïdes.

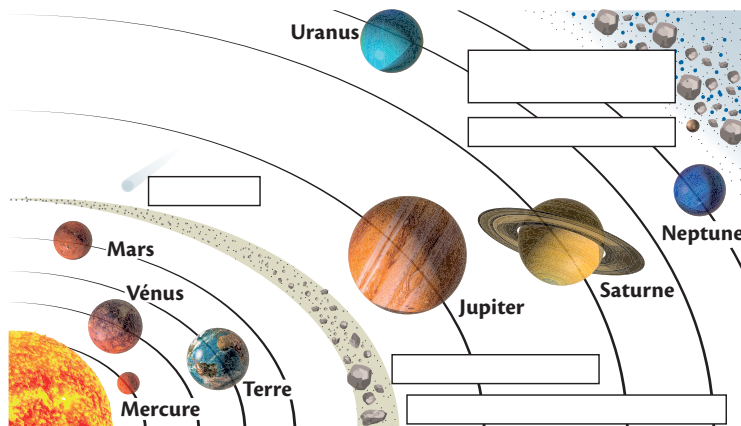
❷ - Les astéroïdes donnent naissance aux :

- A) météorites.
- B) comètes.
- C) étoiles filantes.

❸ - Concernant les planètes naines :

- A) il n'y en a qu'une identifiée dans le système solaire : Pluton.
- B) plusieurs ont été identifiées.
- C) elles sont toutes situées aux confins du système solaire.

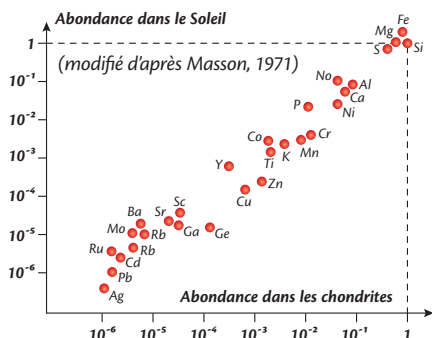
➔ Complétez les noms manquants des petits corps célestes.



Apport des météorites à la connaissance de la Terre

Les chondrites sont des météorites pierreuses de chimie homogène.

- 1) A l'aide des figures ci-dessous, **rappelez** quelles informations ces météorites peuvent apporter sur le système solaire.
- 2) En utilisant la datation absolue au Rubidium / Strontium, dont vous rappellerez les principes, **attribuez** un âge à la formation du système solaire grâce à la datation des huit météorites (données Minster et Allègre, 1981). Données : $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$



Comparaison de la composition chimique d'une chondrite et du Soleil

	chondrite (%)	Terre globale (%)
O	31	32,4
Fe	27,4	28,2
Si	18,5	17,2
Mg	14	15,9
Ca	3,5	1,6
Al	2	1,5
Na	0,6	1,25
K	0,4	0,02
autres éléments	2,6	2,9

Comparaison de la composition chimique d'une chondrite et de la Terre globale

	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Met 1	0,75800	0,74864
Met 2	0,72550	0,74650
Met 3	1,52000	0,79891
Met 4	1,49000	0,79692
Met 5	1,55500	0,80152
Met 6	1,68500	0,80952
Met 7	0,15420	0,70910
Met 8	0,15330	0,70895

Rapports isotopiques au sein de 8 météorites

Les petits corps du système solaire

1 - Les comètes viennent généralement de :

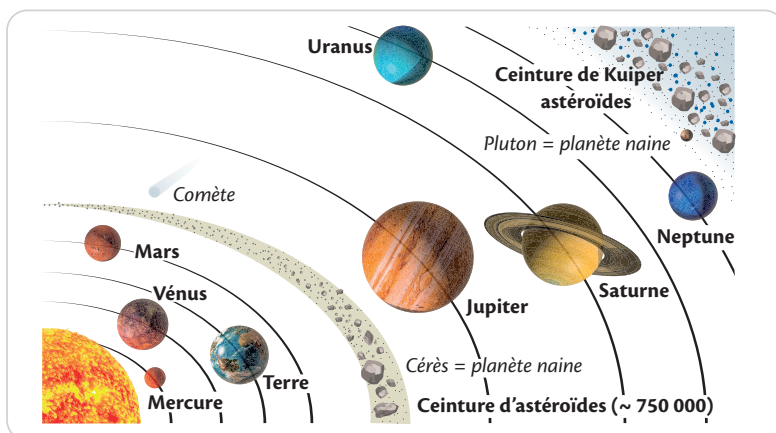
- A) la ceinture de Kuiper.
- B) le nuage d'Oort.
- C) la ceinture d'astéroïdes.

2 - Les astéroïdes donnent naissance aux :

- A) météorites.
- B) Comètes.
- C) étoiles filantes.

3 - Concernant les planètes naines :

- A) il n'y en a qu'une identifiée dans le système solaire : Pluton.
- B) plusieurs ont été identifiées.
- C) elles sont toutes situées aux confins du système solaire.



Apport des météorites à la connaissance de la Terre

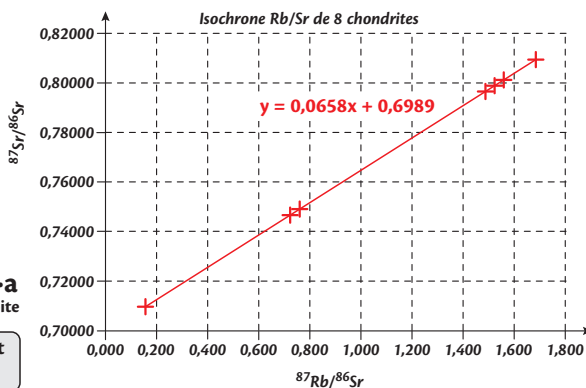
- 1) Les chondrites ont une composition proche de celle de la Terre globale mais aussi une composition semblable au Soleil, sauf pour H et He qui représentent 99% du Soleil. Elles ont donc une composition qui reflète celle des objets formés par la condensation du gaz à l'origine du système solaire.
- 2) Pour dater de manière absolue des minéraux, des fragments de matière organique ou encore une roche totale, on utilise des isotopes radioactifs qui se désintègrent avec une demi-vie (période) bien précise. Pour que la datation puisse s'effectuer, il faut que le système soit resté fermé, c'est-à-dire qu'il n'ait pas échangé d'atomes avec l'extérieur.

^{86}Sr stable, non radiogénique

$$\left(\frac{{}^{87}\text{Sr}}{{}^{86}\text{Sr}}\right)_t = \left(\frac{{}^{87}\text{Sr}}{{}^{86}\text{Sr}}\right)_0 + \left(\frac{{}^{87}\text{Rb}}{{}^{86}\text{Sr}}\right)_t (e^{\lambda t} - 1)$$

équation d'une droite

pende : $e^{\lambda t} - 1 \sim \lambda t$
géochronomètre



Le coefficient directeur donne l'âge de la formation du système solaire, soit 4,4 Ga.

La Lune

❶ - L'âge de la Lune est :

- A) quasiment le même que celui de la Terre.
- B) plus vieux que celui de la Terre.
- C) vraiment beaucoup plus jeune que celui de la Terre.

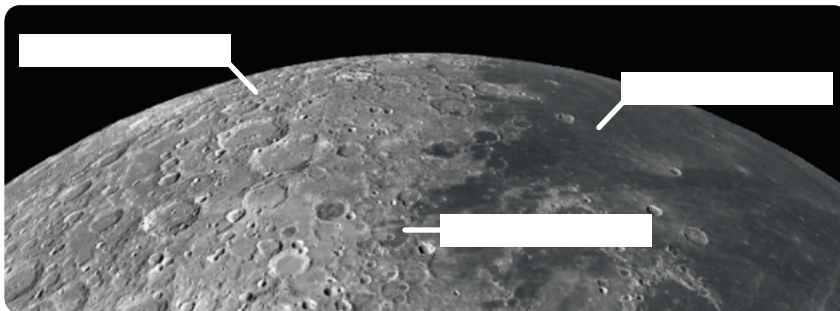
❷ - Les mers lunaires contiennent :

- A) de l'eau.
- B) des basaltes.
- C) de la glace carbonique.

❸ - Concernant une éventuelle présence d'eau sur la Lune, en surface :

- A) de l'eau liquide est présente, en particulier dans les mers lunaires.
- B) de l'eau sous forme de glace a été mise en évidence dans certains cratères lunaires.
- C) il n'y a pas d'eau sur la Lune, sous aucune forme.

⇒ Décrivez les principales caractéristiques topographiques de la Lune.



La structure interne de la Lune (modifié d'après sujet concours ENS 2011)

Parmi les instruments scientifiques laissés sur la Lune lors des missions Apollo figuraient plusieurs sismomètres. Grâce à ces instruments, il a été possible de sonder l'intérieur de la Lune tout comme cela a été fait pour déterminer la structuration en enveloppes concentriques de la Terre. La figure ci-contre présente le modèle de propagation des ondes P et S dans la Lune. Le rayon de cette dernière est de 1731 km.

1) Comparez la structure de la Lune sur les 1000 premiers km avec celle de la Terre.

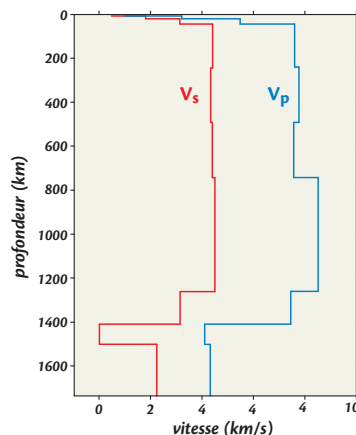
La masse volumique de la Lune est de $3,34 \text{ g.cm}^{-3}$. Les météorites d'origine lunaire ont des masses volumiques situées entre 2,7 et $3,3 \text{ g.cm}^{-3}$.

2) Expliquez en quoi ces données permettent d'envisager la présence d'un noyau au centre de la Lune.

Il est plus que probable que le noyau de la Lune soit constitué de fer pur.

3) Calculez le rayon du noyau pour cette chimie.

Données : $\rho_{\text{Lune}} = 3340 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{manteau}} = 3300 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{Fer}} = 8100 \text{ kg/m}^3$,
 $R_{\text{Lune}} = 1731 \text{ km}$



(modifié d'après Weber et al., Science, 2011)

La Lune

1 - L'âge de la Lune est :

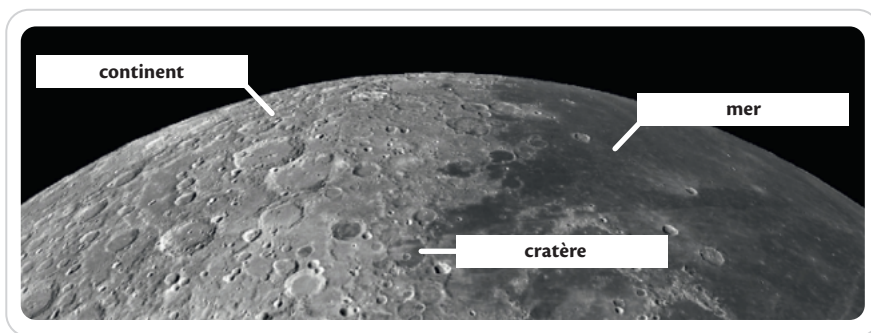
- A) quasiment le même que celui de la Terre.
 B) plus vieux que celui de la Terre.
 C) vraiment beaucoup plus jeune que celui de la Terre.

2 - Les mers lunaires contiennent :

- A) de l'eau.
 B) des basaltes.
 C) de la glace carbonique.

3 - Concernant une éventuelle présence d'eau sur la Lune, en surface :

- A) de l'eau liquide est présente, en particulier dans les mers lunaires.
 B) de l'eau sous forme de glace a été mise en évidence dans certains cratères lunaires.
 C) il n'y a pas d'eau sur la Lune, sous aucune forme.

**La structure interne de la Lune (modifié d'après sujet concours ENS 2011)**

1) On observe des discontinuités similaires à celles de la Terre interne :

- Discontinuités correspondant à des accélérations de la vitesse des ondes P et S : vers 40 km de profondeur (MOHO ?) et vers 750 km de profondeur (dont l'origine est discutée : transition manteau supérieur - manteau inférieur ?). La première peut correspondre au passage d'un matériau de type croûte (basalte ou anorthosite) à un matériau de type manteau (péridotite).
- Zone correspondant à une faible vitesse : entre 1 200 et 1 400 km de profondeur, que l'on peut assimiler à une asthénosphère.
- Zone comprise entre 1 400 et 1500 km de profondeur, avec une diminution très marquée de la vitesse des ondes S, que l'on peut assimiler, par analogie avec la Terre, à un noyau externe liquide.
- Zone entre 1 500 et 1 731 km avec une augmentation marquée de la vitesse des ondes S et plus légère des ondes P, assimilable, toujours par comparaison avec la structure interne de la Terre à un noyau interne solide.

2) Afin que la masse volumique de la Lune atteigne les $3,34 \text{ g.cm}^{-3}$, il faut nécessairement des matériaux plus denses en profondeur, d'où l'idée de la présence d'un noyau constitué de matériaux plus denses.3) Il faut poser r le rayon du noyau et R le rayon de la Lune.

$$V_{\text{Lune}} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_{\text{Noyau}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V_{\text{croûte}} + V_{\text{manteau}} = \frac{4}{3} \pi R^3 - \frac{4}{3} \pi r^3$$

La masse totale m de la Lune peut être calculée de deux façons :

$$(1) m = V_{\text{Lune}} \times \rho_{\text{Lune}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \times \rho_{\text{Lune}} \text{ ou}$$

$$(2) m = V_{\text{manteau}} \times \rho_{\text{manteau}} + V_{\text{Noyau}} \times \rho_{\text{Fer}} = (\frac{4}{3} \pi R^3 - \frac{4}{3} \pi r^3) \times \rho_{\text{manteau}} + \frac{4}{3} \pi r^3 \times \rho_{\text{Fer}}$$

d'où, en combinant (1) et (2)

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \times (\rho_{\text{Lune}} - \rho_{\text{manteau}}) = \frac{4}{3} \pi r^3 \times (\rho_{\text{Fer}} - \rho_{\text{manteau}})$$

$$r^3 = R^3 \times (\rho_{\text{Lune}} - \rho_{\text{manteau}}) / (\rho_{\text{Fer}} - \rho_{\text{manteau}})$$

Application numérique :

$$r^3 = 1731^3 \times (3,34 - 3,3) / (8,1 - 3,3) = 43,22 \cdot 10^6 \text{ km}^3$$

Donc $r = 351 \text{ km}$

Mars

❶ - Mars possède :

- A) une atmosphère.
- B) une hydrosphère.
- C) un champ magnétique.

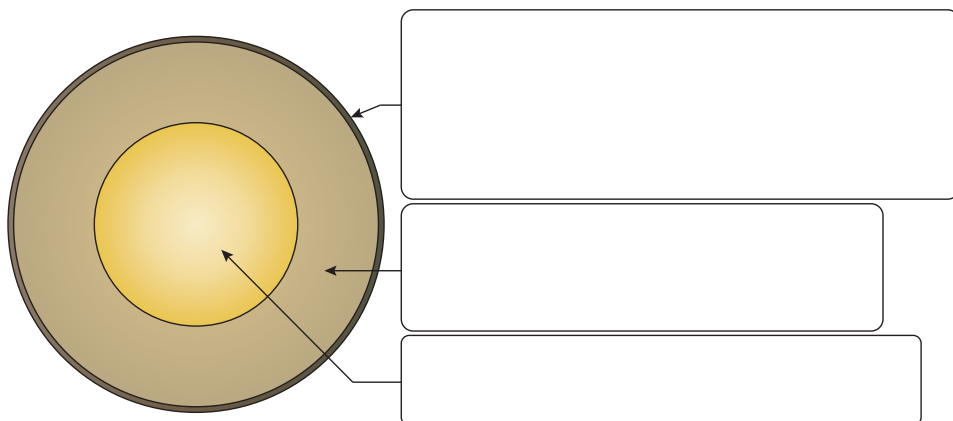
❷ - Sur Mars, on peut, de nos jours, rencontrer / subir :

- A) une inondation (d'eau liquide).
- B) des éruptions volcaniques.
- C) des tempêtes.

❸ - La connaissance de la géologie de Mars a été permise par :

- A) des missions d'explorations.
- B) des récoltes sur le sol martien par des robots ramenées sur Terre.
- C) des données obtenues par des astronomes qui y ont débarqué.

➔ Complétez les légendes relatives à la structure interne de Mars.

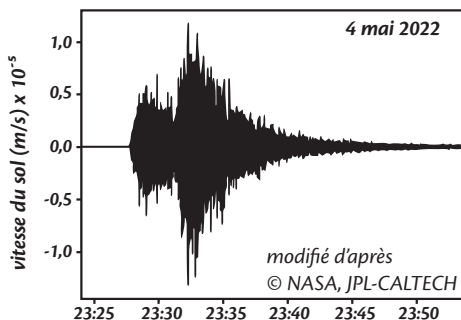


Des séismes sur Mars

Le 4 mai 2022, un puissant séisme a été enregistré sur Mars. Sa magnitude est estimée à environ 5. Le sismogramme obtenu est représenté ci-dessous.

1) **Légendez** les différentes ondes obtenues.

2) **Proposez** au moins deux hypothèses pour expliquer ce séisme. Comment pourrait-on discriminer entre ces deux propositions ?



Mars

1 - Mars possède :

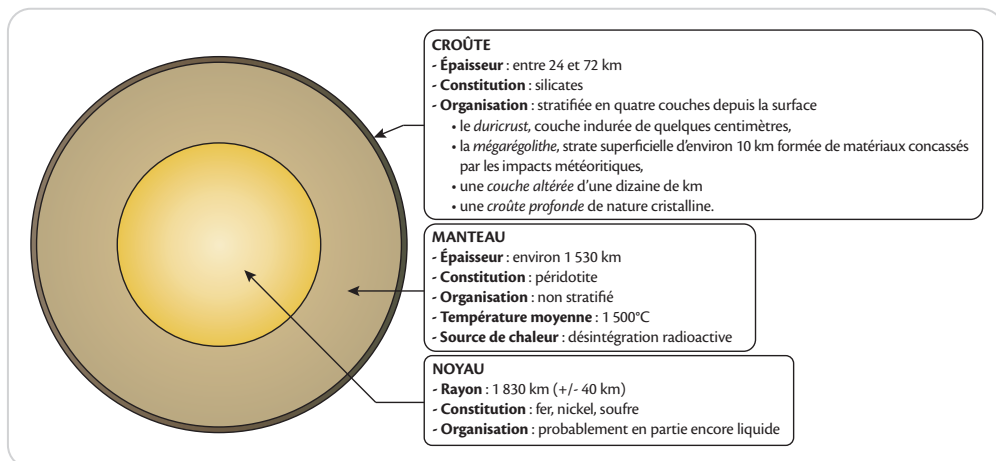
- A) une atmosphère.
- B) une hydrosphère.
- C) un champ magnétique.

2 - Sur Mars, on peut, de nos jours, rencontrer / subir :

- A) une inondation (d'eau liquide).
- B) des éruptions volcaniques.
- C) des tempêtes.

3 - La connaissance de la géologie de Mars a été permise par :

- A) des missions d'explorations.
- B) des récoltes sur le sol martien par des robots ramenées sur Terre.
- C) des données obtenues par des astronomes qui y ont débarqué.

**Des séismes sur Mars**

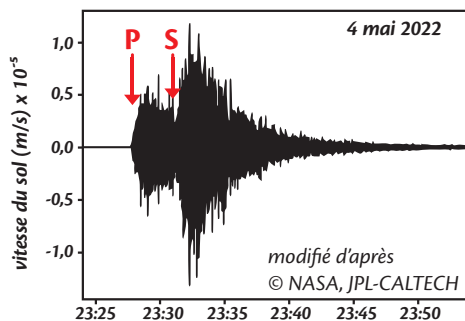
1)

2)

1ère hypothèse : Mars possède une géodynamique interne active.

2nde hypothèse : Ce séisme est dû à un impact.

Pour discriminer entre ces deux hypothèses, il faudrait voir si d'autres séismes ont été enregistrés et s'il y a d'autres signes d'une géodynamique interne active (présence de failles, de volcans jeunes, ...).





Réviser en un coup d'œil !

LES 100 NOTIONS CLÉS DES SCIENCES DE LA TERRE SOUS FORME DE FICHES ILLUSTRÉES ET INTERACTIVES

Chaque notion est traitée de manière claire et synthétique sur une double page, avec :

- un **QCM** pour tester vos connaissances
- un **schéma muet à compléter** pour renforcer la mémorisation visuelle
- un **exercice classique inspiré des concours** (Agro-Véto, ENS, G2E, CAPES SVT, Agrégation SV-STU).

Toutes les corrections sont disponibles au verso, pour un apprentissage autonome et immédiat.

Des schémas muets interactifs en ligne permettent de s'entraîner facilement sur tablette ou smartphone.

Un apprentissage visuel et moderne

L'accent est mis sur la pédagogie par l'image, avec de magnifiques illustrations à compléter. Les exercices s'appuient sur des données actuelles et des techniques scientifiques récentes, en parfaite adéquation avec les attentes des épreuves écrites.

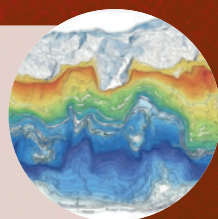
LE PUBLIC

- Étudiants en Licence (SVT, géosciences, environnement)
- Élèves de classes préparatoires BCPST
- Candidats aux concours de l'enseignement (CAPES, Agrégation)

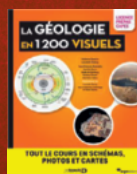
LES AUTEURS

Agrégés de SV-STU, professeurs de classes préparatoires BCPST et membres de jury de concours, ils sont au plus près des exigences des concours, des examens et des oraux.

Pierre Thomas, professeur émérite à l'École Normale Supérieure de Lyon, géologue de formation, a supervisé l'écriture de ce livre.



Chez le même éditeur



22,90 €

ISBN : 978-2-8073-7050-0



www.deboecksuperieur.com