

L'histoire de l'âge de la Terre

Des boulets de fer de Buffon aux météorites de Patterson, des couches de roches aux horloges radioactives : à la fin, tu sais **interpréter les arguments historiques, identifier les théories en controverse et distinguer un savoir scientifique d'une croyance.**



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours clair, repères à retenir, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On part d'un âge qu'il faut apprendre à se représenter, on termine sur la controverse qui l'a établi et deux sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les confusions à éviter dans le chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les deux savoir-faire exigibles du chapitre, cités dans les termes du programme. **Chaque partie s'ouvre sur la liste des capacités qu'elle travaille.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des dix-huit repères, chacun étiqueté selon ce qu'il faut en faire, et la page qui donne le plan de réponse de chaque question type du chapitre.

4

parties
progressives

12

exercices corrigés
pas à pas

18

repères
à retenir

11

méthodes
pas à pas

Conforme au programme d'**enseignement scientifique de première générale** - B.O. n° 25 du 22 juin 2023, thème 3 « La Terre, un astre singulier », partie **3.2 « L'histoire de l'âge de la Terre »**. Un test de positionnement en page 4 t'indique par quelle partie commencer.

« En 1778, Buffon donnait 75 000 ans à la Terre.
En 1956, Patterson mesurait 4,55 milliards d'années. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée

www.geniesdessciences.com

3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions sur les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer**.

01 L'âge de la Terre admis aujourd'hui est d'environ :

- a** 4,57 millions d'années **b** 4,57 milliards d'années
c 13,8 milliards d'années

02 Une durée de 1 Ga (une giga-année) vaut :

- a** 10^6 ans **b** 10^9 ans **c** 10^{12} ans

03 L'âge de la Terre est environ combien de fois plus grand qu'une durée de 100 ans ?

- a** 5×10^4 **b** 5×10^7 **c** 5×10^9

04 Si toute l'histoire de la Terre tenait en une journée de 24 h, notre espèce (environ 300 000 ans) en occuperait :

- a** les dernières secondes **b** la dernière heure
c la dernière demi-journée

05 Avec ses boulets de fer chauffés, Buffon estimait l'âge de la Terre par :

- a** le refroidissement **b** les sédiments **c** la radioactivité

06 Dans une pile de couches de roches qui n'a pas été bouleversée, la couche la plus ancienne est :

- a** en haut **b** en bas **c** au milieu

07 Une couche de 50 m s'est déposée à 0,1 mm par an. Elle a mis :

- a** 5 000 ans **b** 500 000 ans **c** 5 millions d'années

08 En 1862, Kelvin attribuait à la Terre un âge :

- a** de quelques milliers d'années
b de 20 à 400 millions d'années
c de plusieurs milliards d'années

09 Au bout de deux demi-vies, il reste une part des noyaux radioactifs de départ égale à :

- a** 50 % **b** 25 % **c** 0 %

10 Un minéral contient autant de noyaux fils formés que de noyaux pères restants. Depuis sa formation, il s'est écoulé :

- a** une demi-vie **b** deux demi-vies **c** on ne peut pas savoir

11 Le carbone 14 (demi-vie 5 730 ans) permet de dater une roche de plusieurs milliards d'années.

VRAI **FAUX**

12 L'âge de 4,57 milliards d'années a été obtenu en datant :

- a** les plus vieilles roches terrestres **b** des météorites
c des fossiles

13 Au XIX^e siècle, les géologues et Darwin réclamaient pour la Terre :

- a** un âge court **b** un âge très long

14 Le calcul de Kelvin supposait que la chaleur de la Terre s'évacue :

- a** seulement par conduction, dans une Terre rigide
b aussi par des mouvements lents du manteau

15 En sciences, une théorie est :

- a** une simple opinion
b une explication appuyée sur des faits, qui peut être testée et corrigée

16 Ce qui a tranché la controverse sur l'âge de la Terre, ce sont :

- a** de nouvelles mesures (les horloges radioactives)
b un vote des savants

QUESTIONS PARTIE SI TU EN RATES UNE...

1 à 4	1	l'âge de la Terre, les puissances de 10, les ordres de grandeur
5 à 8	2	le refroidissement, les sédiments, l'évolution
9 à 12	3	les horloges radioactives et les météorites
13 à 16	4	la controverse, les théories, faits et croyances

★ Comment lire ton résultat

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre. Le pack est construit pour ce parcours complet.

? D'où viennent ces questions

Chaque question correspond à une **capacité exigible** du programme ou à une notion du cours qui la prépare.

✓ Où sont les réponses

Elles ne sont pas sur cette page, pour que tu répondes sans les voir : tu les trouveras **en tête des corrigés**, page 31.



À partir du XVIII^e siècle, des savants cherchent l'âge de la Terre **dans la nature elle-même** : dans la chaleur qu'elle perd, dans l'épaisseur de ses couches de roches, dans l'histoire des êtres vivants, puis dans ses minéraux radioactifs. Ces familles d'arguments se sont chevauchées dans le temps plutôt que succédé : Buffon publie un âge fondé sur le refroidissement en 1778, Darwin invoque l'évolution en 1859, le géologue John Phillips les sédiments en 1860, Kelvin calcule le refroidissement de 1862 à 1897, et Rutherford propose la datation radioactive à partir de 1904. Les estimations ont varié de quelques dizaines de milliers d'années à plusieurs milliards (partie 4).

R6 QUATRE FAMILLES D'ARGUMENTS

PAR CŒUR

« Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre : **temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité.** » (programme)

Ils se chevauchent dans le temps : Darwin (1859) écrit avant le premier calcul de Kelvin (1862). Seule la radioactivité a permis une valeur précise.

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Écrire et convertir une durée

- 1 Je repère l'unité de départ**
parmi les ans, les Ma et les Ga.
- 2 Je remplace l'unité par sa puissance de 10**
avec $1 \text{ Ma} = 10^6 \text{ ans}$ et $1 \text{ Ga} = 10^9 \text{ ans}$.
- 3 J'écris le résultat sous la forme $a \times 10^n \text{ ans}$**
avec $1 \leq a < 10$.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

La fin des dinosaures non aviens date d'il y a 66 Ma.

$$66 \text{ Ma} = 66 \times 10^6 \text{ ans} = \mathbf{6,6 \times 10^7 \text{ ans.}}$$

$$\text{En Ga : } 66 \text{ Ma} = \frac{66 \text{ Ma}}{1\,000 \text{ Ma/Ga}} = \mathbf{0,066 \text{ Ga.}}$$

2 Comparer deux durées et donner un ordre de grandeur

- 1 J'écris les deux durées dans la même unité**
en les convertissant si besoin.
- 2 Je calcule le rapport**
qui n'a pas d'unité.
- 3 J'écris le rapport sous la forme $a \times 10^n$**
et j'en donne l'ordre de grandeur avec R3.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Âge de la Terre et temps écoulé depuis la fin des

dinosaures non aviens : $4,57 \text{ Ga} = 4\,570 \text{ Ma}$.

$\frac{4\,570 \text{ Ma}}{66 \text{ Ma}} \approx 69$, soit $6,9 \times 10^1$; comme $6,9 \geq 5$, l'ordre de grandeur est **10^2** . L'âge de la Terre est environ 69 fois plus grand.

3 Placer un événement sur l'horloge de 24 heures

- 1 J'écris l'ancienneté de l'événement en Ga**
avec R2.
- 2 Je calcule la durée sur l'horloge**
avec R5, puis je la convertis en minutes ou en secondes.
- 3 Je conclus**
par la place de l'événement avant minuit.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Les premiers représentants du genre *Homo*, il y a environ $2,8 \text{ Ma} = 0,0028 \text{ Ga}$.

$$0,0028 \text{ Ga} \times \frac{24 \text{ h}}{4,57 \text{ Ga}} \approx 0,0147 \text{ h, et } 0,0147 \text{ h} \times 3\,600 \text{ s/h} \approx 53 \text{ s.}$$

Le genre *Homo* apparaît **environ 53 secondes avant minuit.**



Exercice 1 Des durées en puissances de 10



DOCUMENT - QUELQUES DURÉES DE L'HISTOIRE HUMAINE ET DE L'HISTOIRE DE LA TERRE (VALEURS ARRONDIES)

ÉVÉNEMENT	IL Y A ENVIRON...
construction des grandes pyramides de Gizeh, en Égypte	4 500 ans
plus grande extension des glaces de la dernière glaciation	20 000 ans
essor des premiers animaux à coquille (début du Cambrien)	540 Ma
plus anciennes traces de vie généralement admises	3,5 Ga
plus vieux minéraux terrestres connus (zircons d'Australie)	4,4 Ga
formation de la Terre	4,57 Ga

1. Écrire chaque durée en années, sous la forme $a \times 10^n$ ans.
2. Donner l'ordre de grandeur de chaque durée, avec la règle de R3.
3. Lesquelles ont le même ordre de grandeur que l'âge de la Terre ? Montrer, sur l'une d'elles, que « même ordre de grandeur » ne veut pas dire « presque égal ».
4. Combien de fois l'âge de la Terre est-il plus grand que le temps écoulé depuis la construction des pyramides ? Donner l'ordre de grandeur de ce rapport.

Le conseil du prof

Avant tout calcul, écris chaque durée avec son unité et sa puissance de 10 : « 3,5 Ga = $3,5 \times 10^9$ ans ». Un rapport entre une durée en Ga et une durée en années est faux d'un facteur un milliard, et rien dans le calcul ne t'en avertit : seule l'unité écrite à chaque valeur le montre.



Exercice 2 Toute l'histoire de la Terre en une journée



On comprime l'histoire de la Terre dans une journée : sa formation à 0 h, aujourd'hui à minuit.

DOCUMENT - QUELQUES ÉTAPES DE L'HISTOIRE DE LA TERRE ET DE LA VIE (VALEURS ARRONDIES)

ÉTAPE	IL Y A ENVIRON...
plus anciennes traces de vie généralement admises	3,5 Ga
le dioxygène commence à s'accumuler dans l'atmosphère	2,4 Ga
premières plantes sur les continents	470 Ma
disparition des dinosaures non aviens	66 Ma
plus anciens fossiles connus de notre espèce, <i>Homo sapiens</i>	300 000 ans

1. Expliquer pourquoi la durée sur l'horloge est proportionnelle à la durée réelle, puis calculer le coefficient de proportionnalité en heures par Ga.
2. À quelle heure de la journée apparaissent les plus anciennes traces de vie ? Et le dioxygène dans l'atmosphère ?
3. Combien de minutes avant minuit se placent l'arrivée des plantes sur les continents, puis la disparition des dinosaures non aviens ?
4. Combien de secondes avant minuit apparaît *Homo sapiens* ?
5. En deux phrases, dire ce que montre cette horloge sur la place de notre espèce dans l'histoire de la Terre.



La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Lis-les seulement après avoir cherché : c'est l'effort de recherche qui fixe la méthode.

✓ **Les réponses du test de positionnement**

1. b - 2. b - 3. b ($4,57 \times 10^9$ ans / 100 ans $\approx 5 \times 10^7$) - 4. a (environ 6 secondes avant minuit) - 5. a - 6. b - 7. b (50 000 mm / 0,1 mm/an = 500 000 ans) - 8. b - 9. b - 10. a - 11. Faux - 12. b - 13. b - 14. a - 15. b - 16. a



Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée relevée dans le document, le raisonnement en phrases, la relation, le calcul avec l'unité à chaque ligne, puis une phrase qui répond à la question. Cette dernière phrase n'est pas du remplissage : c'est elle qui montre que le calcul a été interprété.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point qu'il faut reprendre, pas l'exercice entier. La page 40 donne, pour chaque type de question, le plan attendu.

Exercice 1 ★ **Des durées en puissances de 10**

- Avec 1 Ma = 10^6 ans et 1 Ga = 10^9 ans (R2) : pyramides, 4 500 ans = $4,5 \times 10^3$ ans ; glaciation, 20 000 ans = $2,0 \times 10^4$ ans ; animaux à coquille, 540 Ma = 540×10^6 ans = $5,4 \times 10^8$ ans ; traces de vie, 3,5 Ga = $3,5 \times 10^9$ ans ; zircons, 4,4 Ga = $4,4 \times 10^9$ ans ; Terre, 4,57 Ga = $4,57 \times 10^9$ ans.
- Règle de R3 : $4,5 < 5$ donne **10^3 ans** ; $2,0 < 5$ donne **10^4 ans** ; $5,4 \geq 5$ donne **10^9 ans** ; 3,5, 4,4 et 4,57 sont inférieurs à 5 et donnent **10^9 ans**.
- Les animaux à coquille (540 Ma), les plus anciennes traces de vie et les plus vieux minéraux ont le même ordre de grandeur que l'âge de la Terre, 10^9 ans. Pourtant $\frac{4,57 \times 10^9 \text{ ans}}{5,4 \times 10^8 \text{ ans}} \approx 8,5$: l'âge de la Terre est 8,5 fois plus grand que 540 Ma. Même ordre de grandeur ne veut donc pas dire presque égal.
- $\frac{4,57 \times 10^9 \text{ ans}}{4,5 \times 10^3 \text{ ans}} \approx 1,0 \times 10^6$: l'âge de la Terre vaut environ **un million de fois** le temps écoulé depuis les pyramides ; comme $1,0 < 5$, l'ordre de grandeur du rapport est 10^6 .

L'ordre de grandeur est grossier

Un facteur 8,5 sépare deux durées de même ordre de grandeur : c'est pour cela qu'on écrit toujours la valeur à côté de son ordre de grandeur.

Exercice 2 ★★ **Toute l'histoire de la Terre en une journée**

- Les 4,57 Ga de l'histoire de la Terre correspondent aux 24 h de la journée : chaque durée réelle est multipliée par le même nombre, c'est une proportionnalité (R5).
Coefficient : $\frac{24 \text{ h}}{4,57 \text{ Ga}} \approx 5,252 \text{ h par Ga}$.
- Traces de vie : $3,5 \text{ Ga} \times 5,252 \text{ h/Ga} \approx 18,38 \text{ h avant minuit}$; $24 \text{ h} - 18,38 \text{ h} = 5,62 \text{ h}$, et $0,62 \text{ h} \times 60 \text{ min/h} \approx 37 \text{ min}$: **vers 5 h 37**.
Dioxygène : $2,4 \text{ Ga} \times 5,252 \text{ h/Ga} \approx 12,60 \text{ h avant minuit}$; $24 \text{ h} - 12,60 \text{ h} = 11,40 \text{ h}$, et $0,40 \text{ h} \times 60 \text{ min/h} = 24 \text{ min}$: **vers 11 h 24**.
- Plantes : $470 \text{ Ma} = 0,47 \text{ Ga}$; $0,47 \text{ Ga} \times 5,252 \text{ h/Ga} \approx 2,468 \text{ h}$, et $2,468 \text{ h} \times 60 \text{ min/h} \approx$ **148 min avant minuit** (vers 21 h 32).
Dinosaures non aviens : $66 \text{ Ma} = 0,066 \text{ Ga}$; $0,066 \text{ Ga} \times 5,252 \text{ h/Ga} \approx 0,3466 \text{ h}$, et $0,3466 \text{ h} \times 60 \text{ min/h} \approx$ **21 min avant minuit**.
- $300\,000 \text{ ans} = 0,0003 \text{ Ga}$; $0,0003 \text{ Ga} \times 5,252 \text{ h/Ga} \approx 1,576 \times 10^{-3} \text{ h}$, et $1,576 \times 10^{-3} \text{ h} \times 3\,600 \text{ s/h} \approx$ **5,7 s avant minuit**.

Garder des chiffres

Le coefficient est écrit avec quatre chiffres (5,252) pour que les heures et les minutes calculées ensuite restent justes.

