

Nom et prénom :

DST LTAS2 « l'histoire de l'âge de la Terre »
Durée : 35 minutes. 15 points. Sans calculatrice

Exercice 1. Questions de cours. 8 points. 15 minutes.

D'après enseignement scientifique Le Livre Scolaire 2019, modifié 2023 et Bouchaud 2023

1. Pour chaque méthode utilisée, **attribuer** un nom de scientifique et une datation estimée (boîtes à relier par des traits à la règle). 3 points

| | | |
|--------------------------------------|-----------|---|
| Radiochronologie | Joly | 23 octobre 4004 av. J.-C. |
| Etude des formes de vie fossiles | Ussher | 4,55 milliards d'années |
| Lecture de la Bible | Buffon | 20 à 400 millions d'années |
| Évolution de la salinité des océans | Darwin | 100 millions d'années |
| Refroidissement des boulets chauffés | Kelvin | Au moins plusieurs centaines de millions d'années |
| Modélisation mathématique | Patterson | 96 670 ans |

2. **Indiquer** le principe énoncé par Lyell. L'**énoncer**. 2 points
3. Kelvin a proposé un âge à la Terre. **Donner** deux explications au fait que l'âge calculé était faux. 2 pts
4. **Définir** la notion de demi-vie. 1 point

Exercice 2. La méthode plomb-plomb. 7 points. 20 minutes.

D'après enseignement scientifique Bordas 2019 modifié 2026

La méthode plomb-plomb exploite les deux géochronomètres $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ et $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$. Le tracé de la droite isochrone permet de déterminer l'âge des échantillons analysés par calcul du coefficient directeur. Des mesures ont été effectuées sur d'autres météorites (tableau ci-dessous).

| Météorites | $Y = ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ | $X = ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Richardton | 28 | 38 |
| Elenovka | 18 | 21,5 |
| Saratov | 16,5 | 19 |
| Beardsley | 12 | 13 |

Questions.

En vous appuyant sur le tracé de l'isochrone plomb-plomb de ces quatre météorites, **indiquer** si elles se sont formées au même moment. Le graphique à tracer est $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ en fonction de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

Poser le calcul du coefficient directeur (théorique et avec les valeurs sélectionnées). Ce dernier n'est pas à calculer sauf si vous êtes fort en calcul mental.

Nom et prénom :

DST LTAS2 « l'histoire de l'âge de la Terre »

Durée : 35 minutes. 14 points. Avec calculatrice

Exercice 1. Questions de cours. 8 points. 15 minutes.

D'après enseignement scientifique Le Livre Scolaire 2019, modifié 2023 et Bouchaud 2023

1. Pour chaque méthode utilisée, **attribuer** un nom de scientifique et une datation estimée (boîtes à relier par des traits à la règle). 3 points

| | | |
|--------------------------------------|------------|---|
| Radiochronologie | Joly | 6 984 à 3 483 av. J.-C. |
| Etude des formes de vie fossiles | De Vignole | 4,55 milliards d'années |
| Lecture de la Bible | Buffon | 20 à 400 millions d'années |
| Évolution de la salinité des océans | Darwin | 100 millions d'années |
| Refroidissement des boulets chauffés | Kelvin | Au moins plusieurs centaines de millions d'années |
| Modélisation mathématique | Patterson | 96 670 ans |

2. **Indiquer** le principe énoncé par Lyell. **L'énoncer**. 2 points
3. Kelvin a proposé un âge à la Terre. **Donner** deux explications au fait que l'âge calculé était faux. 2 pts
4. **Définir** le terme « stratigraphie ». 1 point

Exercice 2. Le géochronomètre rubidium/ strontium. 6 points. 20 minutes.

D'après enseignement scientifique Bordas 2019

Le rubidium ^{87}Rb se désintègre spontanément en strontium ^{87}Sr . La détermination de l'âge d'une roche grâce à ces isotopes nécessite l'étude des rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, où le strontium ^{86}Sr est un isotope stable. En effet, cet âge est proportionnel au coefficient directeur de l'isochrone $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$.

Les teneurs en ^{87}Rb , ^{87}Sr et ^{86}Sr de différents minéraux d'une météorite ont été analysés grâce à un spectromètre de masse (tableau a).

En France métropolitaine, les plus vieilles roches trouvées se situent en Bretagne. Le tableau b présente les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ des différents minéraux de l'une de ces roches.

Rapports isotopiques de minéraux d'une chondrite (a) et de l'une des plus anciennes roches de France (b).

(rapports multipliés par 10 pour simplifier la représentation graphique)

a. Météorites

| Minéraux | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (X) | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Y) |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 15,4 | 8 |
| 2 | 14,3 | 7,9 |
| 3 | 8 | 7,5 |
| 4 | 4 | 7,3 |
| 5 | 1,7 | 7,1 |

b. Roches de France

| Minéraux | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (X) | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Y) |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 15 | 7,5 |
| 2 | 12 | 7,4 |
| 3 | 5 | 7,2 |
| 4 | 10 | 7,35 |
| 5 | 7,2 | 7,25 |

Tracer les isochrones des deux types d'échantillons sur un même graphique, et **démontrer** si les météorites sont plus âgées ou non que les plus vieilles roches trouvées en France. Aucun calcul demandé pour répondre (juste une démonstration). Le graphique à tracer est $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$.

Attention au choix de l'échelle pour $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: ne pas commencer l'origine de l'axe à 0.

Nom et prénom :

DST LTAS2 « l'histoire de l'âge de la Terre »

Durée : 35 minutes. 14 points. Avec calculatrice

Exercice 1. Questions de cours. 8 points. 15 minutes.

D'après enseignement scientifique Le Livre Scolaire 2019, modifié 2023 et Bouchaud 2023

1. Pour chaque méthode utilisée, **attribuer** un nom de scientifique et une datation estimée (boîtes à relier par des traits à la règle). 3 points

| | | |
|--------------------------------------|------------|---|
| Radiochronologie | Darwin | 96 670 ans |
| Etude des formes de vie fossiles | Kelvin | 100 millions d'années |
| Lecture de la Bible | Patterson | 20 à 400 millions d'années |
| Évolution de la salinité des océans | Joly | 4,55 milliards d'années |
| Refroidissement des boulets chauffés | De Vignole | Au moins plusieurs centaines de millions d'années |
| Modélisation mathématique | Buffon | 6 984 à 3 483 av. J.-C. |

2. **Indiquer** le principe énoncé par Lyell. **L'énoncer**. 2 points
3. Kelvin a proposé un âge à la Terre. **Donner** deux explications au fait que l'âge calculé était faux. 2 pts
4. **Définir** le terme « stratigraphie ». 1 point

Exercice 2. Le géochronomètre rubidium/ strontium. 6 points. 20 minutes.

D'après enseignement scientifique Bordas 2019

Le rubidium ^{87}Rb se désintègre spontanément en strontium ^{87}Sr . La détermination de l'âge d'une roche grâce à ces isotopes nécessite l'étude des rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, où le strontium ^{86}Sr est un isotope stable. En effet, cet âge est proportionnel au coefficient directeur de l'isochrone $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$.

Les teneurs en ^{87}Rb , ^{87}Sr et ^{86}Sr de différents minéraux d'une météorite ont été analysés grâce à un spectromètre de masse (tableau a).

En France métropolitaine, les plus vieilles roches trouvées se situent en Bretagne. Le tableau b présente les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ des différents minéraux de l'une de ces roches.

Rapports isotopiques de minéraux d'une chondrite (a) et de l'une des plus anciennes roches de France (b).

(rapports multipliés par 10 pour simplifier la représentation graphique)

a. Météorites

| Minéraux | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (X) | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Y) |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 15,4 | 8 |
| 2 | 14,3 | 7,9 |
| 3 | 8 | 7,5 |
| 4 | 4 | 7,3 |
| 5 | 1,7 | 7,1 |

b. Roches de France

| Minéraux | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (X) | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Y) |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 15 | 7,5 |
| 2 | 12 | 7,4 |
| 3 | 5 | 7,2 |
| 4 | 10 | 7,35 |
| 5 | 7,2 | 7,25 |

Tracer les isochrones des deux types d'échantillons sur un même graphique, et **démontrer** si les météorites sont plus âgées ou non que les plus vieilles roches trouvées en France. Aucun calcul demandé pour répondre (juste une démonstration). Le graphique à tracer est $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$.

Attention au choix de l'échelle pour $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: ne pas commencer l'origine de l'axe à 0.

Nom et prénom :

Correction.

Exercice 1. Questions de cours. 8 points. 15 minutes.

1. Pour chaque méthode utilisée, **attribuer** un nom de scientifique et une datation estimée (à relier par des traits). 3 points

| | | |
|-------------------------------------|-----------|------------------------------------|
| Radiochronologie | Patterson | 4,55 Ga |
| Etude des formes de vie fossiles | Darwin | Au moins plusieurs centaines de Ma |
| Lecture de la Bible | Ussher | 23 octobre 4004 av. J.-C. |
| Evolution de la salinité des océans | Joly | 100 millions d'années |
| Refroidissement des boulets | Buffon | 96 670 ans au minimum |
| Modélisation mathématique | Kelvin | 20 à 400 Ma |

2. **Indiquer** le principe énoncé par Lyell. L'**énoncer**. 2 points

Lyell considère que « le présent est la clé du passé ». Selon la théorie de l'actualisme (uniformitarisme), l'explication du passé de la Terre réside dans l'étude des phénomènes géologiques actuels (« le présent est la clé du passé »).

3. Kelvin a proposé un âge à la Terre. Donner deux explications au fait que l'âge calculé était faux. 2 points

Au choix. Les hypothèses qu'il utilise pour pouvoir appliquer ces lois au refroidissement de la Terre apparaissent aujourd'hui fausses.

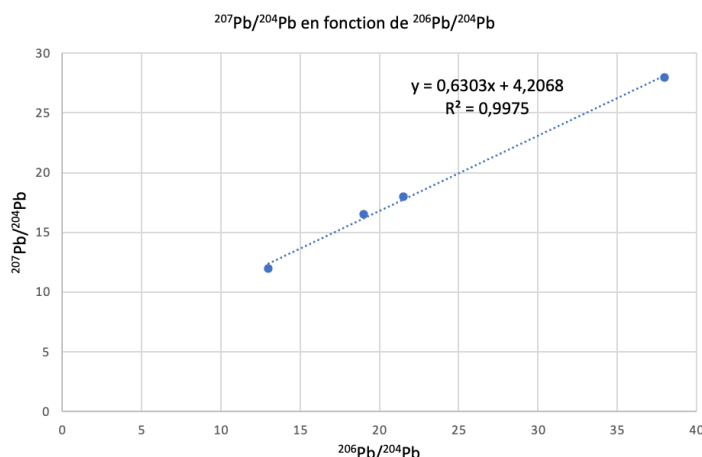
- la conduction n'est pas la modalité prédominante de dissipation de la chaleur dans le globe terrestre,
- la Terre n'est pas globalement rigide,
- le gradient de température de la croûte ne peut pas être extrapolé à l'ensemble du globe
- il ne prend pas en compte de source de chaleur interne (radioactivité).

4. **Définir** la notion de demi-vie. 1 point

C'est le temps qu'il faut pour que le stock d'éléments radioactifs soit divisé par deux.

Exercice 2. La méthode plomb-plomb. 7 points. 20 minutes.

En vous appuyant sur le tracé de l'isochrone plomb-plomb de ces quatre météorites, **indiquer** si elles se sont formées au même moment.



Graphique : Axes légendés 0,5, titre : 0,5, points placés et droite de régression 2

Analyse : 3

Si l'on trace l'isochrone plomb-plomb pour ces quatre météorites, on observe que les points sont pratiquement alignés. Or, on sait que tous les points appartenant à cette droite sont du même âge. On en déduit que ces quatre météorites ont, à très peu de choses près, le même âge.

Poser le calcul du coefficient directeur (théorique et avec les valeurs sélectionnées). Ce dernier n'est pas à calculer sauf si vous êtes fort en calcul mental.

$A = (Y_b - Y_a)/(X_b - X_a)$ soit par exemple $(28-12)/(38-13) = 0,6$ environ (résultat non demandé) 1 point

Correction.

Nom et prénom :

Exercice 1. Questions de cours. 8 points. 15 minutes.

1. Pour chaque méthode utilisée, **attribuer** un nom de scientifique et une datation estimée (à relier par des traits). 3 points

| | | |
|-------------------------------------|------------|------------------------------------|
| Radiochronologie | Patterson | 4,55 Ga |
| Etude des formes de vie fossiles | Darwin | Au moins plusieurs centaines de Ma |
| Lecture de la Bible | de Vignole | 6 984 à 3 483 av. J.-C. |
| Evolution de la salinité des océans | Joly | 100 millions d'années |
| Refroidissement des boulets | Buffon | 96 670 ans au minimum |
| Modélisation mathématique | Kelvin | 20 à 400 Ma |

2. **Indiquer** le principe énoncé par Lyell. L'**énoncer**. 2 points

Lyell considère que « le présent est la clé du passé ». Selon la théorie de l'actualisme (uniformitarisme), l'explication du passé de la Terre réside dans l'étude des phénomènes géologiques actuels (« le présent est la clé du passé »).

3. Kelvin a proposé un âge à la Terre. Donner deux explications au fait que l'âge calculé était faux. 2 points

Au choix. Les hypothèses qu'il utilise pour pouvoir appliquer ces lois au refroidissement de la Terre apparaissent aujourd'hui fausses.

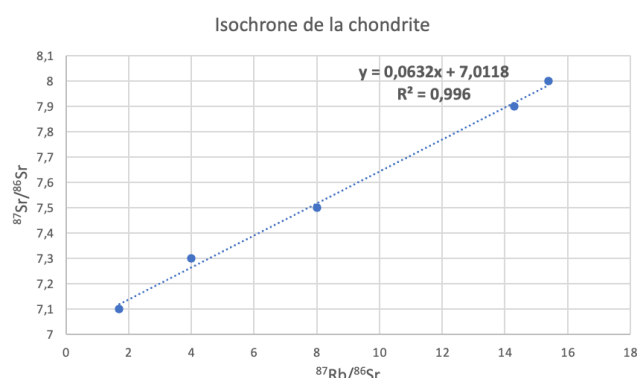
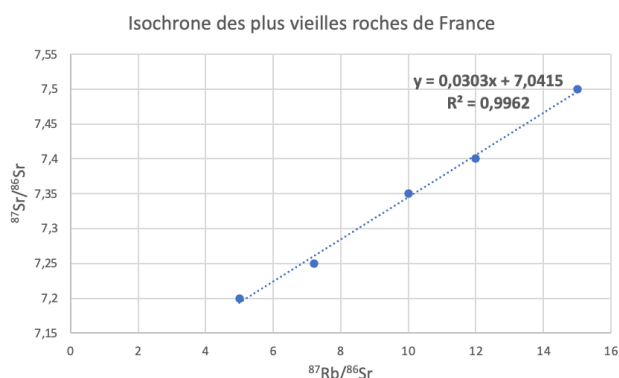
- la conduction n'est pas la modalité prédominante de dissipation de la chaleur dans le globe terrestre,
- la Terre n'est pas globalement rigide,
- le gradient de température de la croûte ne peut pas être extrapolé à l'ensemble du globe
- il ne prend pas en compte de source de chaleur interne (radioactivité).

1. **Définir** le terme « stratigraphie ». 1 point

La stratigraphie est la science qui étudie la succession des dépôts sédimentaires (généralement arrangés en couches ou strates).

Exercice 2. Le géochronomètre rubidium/ strontium. 6 points. 20 minutes.

Tracer les isochrones des deux types d'échantillons sur un même graphique, et **démontrer** que les chondrites sont plus âgées que les plus vieilles roches trouvées en France. Aucun calcul demandé pour répondre.



Graphique (un seul demandé avec les deux droites) : Axes légendés 0,5, titre : 0,5, points placés et droite de régression 2

Analyse : 3

On observe que le coefficient directeur de l'isochrone des chondrites (valeur réelle de 0,0632) est supérieur à celui des plus anciennes roches françaises (valeur réelle de 0,0303).

Or, dans cette méthode, plus le coefficient directeur est élevé, plus la roche est ancienne.

On en déduit que les chondrites sont effectivement les roches les plus anciennes.