



Exercice 1 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Histoire de l'âge de la Terre

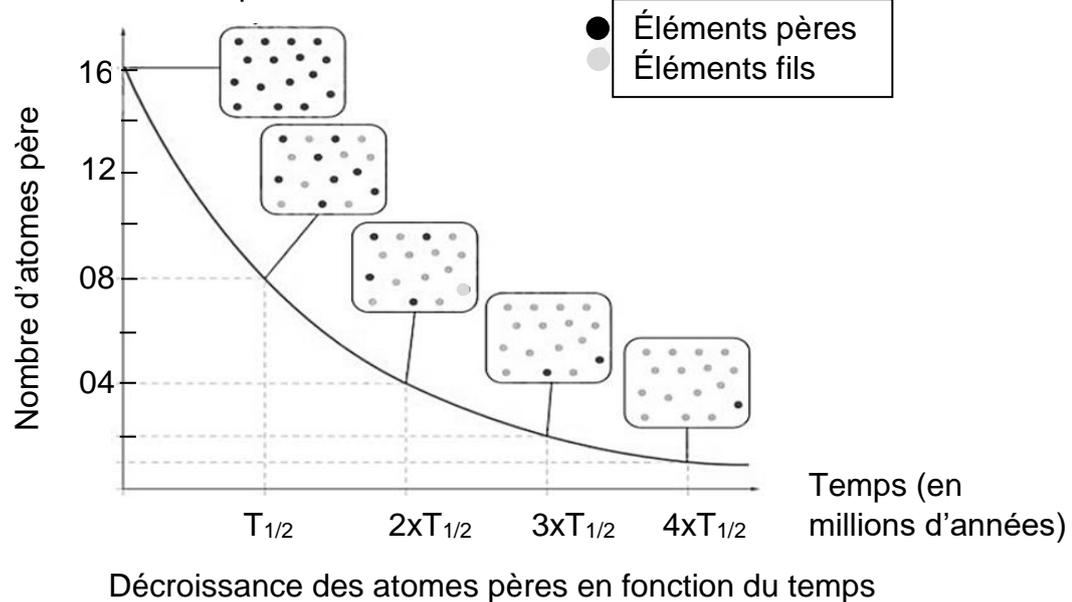
Sur 10 points

On se propose de comprendre de quelle manière on peut connaître l'âge de la Terre.

Partie 1 – La radioactivité des roches, un outil de datation

Document 1 – Principe de la datation absolue

Pour dater de manière absolue les roches, on utilise le principe de décroissance radioactive : au cours du temps, des éléments père radioactifs se désintègrent en éléments fils, comme représenté ci-dessous



Source : d'après le Livre scolaire

- 1- Le temps de demi-vie (ou période radioactive $T_{1/2}$) correspond à la durée écoulée lorsqu'une certaine quantité d'éléments père est désintégrée. À partir du graphique du document 1, dire quelle est la proportion d'éléments père désintégrée à $T_{1/2}$.
- 2- Calculer le pourcentage d'éléments père encore présents à $t = 4xT_{1/2}$. Vous détaillerez votre calcul.



- 3- À partir des données du document 1, dire si le taux de désintégration des éléments pères (nombre de noyaux pères disparaissant par unité de temps) est constant avec le temps.

Partie 2 – Donner un âge à la Terre : datation sur les météorites et sur les roches terrestres

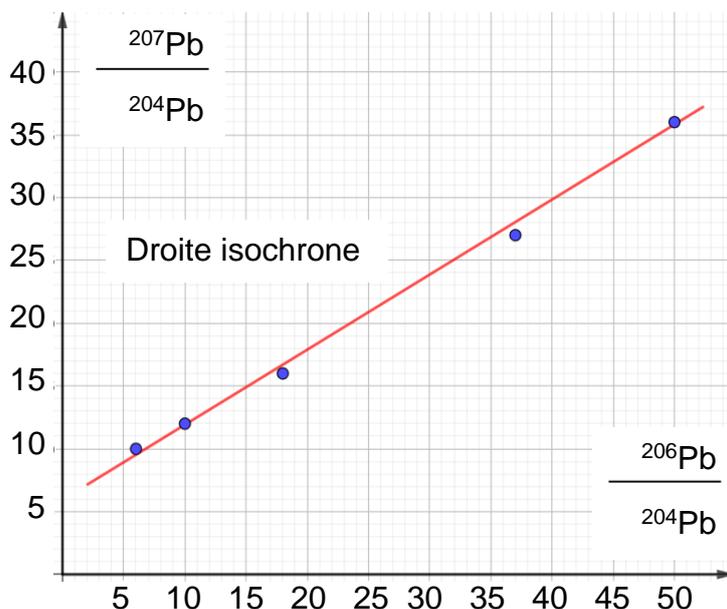
Pour donner un âge à la Terre, C. Patterson s'appuie sur le « modèle de formation par accrétion » qui admet que les météorites se sont formées en même temps que les planètes du système solaire. En 1955, C. Patterson, met au point une méthode de datation basée sur la mesure des rapports isotopiques du Plomb (Pb). Les deux éléments ^{207}Pb et ^{206}Pb sont issus de la désintégration de l'Uranium (U). L'isotope ^{204}Pb du plomb est stable et va servir de référence.

Les rapports isotopiques mesurés sur des météorites permettent de tracer une droite nommée "isochrone".

Document 2 – La méthode de Clair Patterson

La droite isochrone obtenue par C. Patterson est représentée ci-dessous. Les points correspondent aux rapports isotopiques mesurés sur des météorites. Ces points sont alignés sur une même droite car ils représentent des échantillons de même âge. Le coefficient directeur "m" de cette droite est directement lié à l'âge des météorites.

2a – La droite isochrone de C. Patterson



Le coefficient directeur "m" est donné par la relation:

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

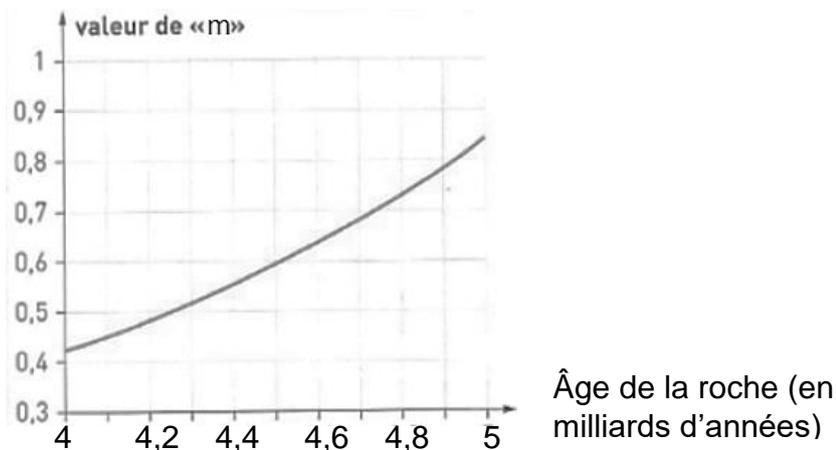
avec A ($x_A; y_A$) et B ($x_B; y_B$) deux points appartenant à la droite.

Droite isochrone obtenue par Patterson sur des échantillons de météorites.



2b – Graphique représentant un géochronomètre

En utilisant le géochronomètre ci-dessous, il est possible de déterminer graphiquement l'âge d'une roche ou d'un ensemble de roches de même âge grâce à la valeur du coefficient directeur « m » de la droite isochrone.



Source : D'après <http://acces.ens-lyon.fr/>

- 1- À partir du document 2, déterminer l'âge des météorites en appliquant la méthode de Patterson. Faire apparaître tous les calculs et les étapes du raisonnement.

Document 3 – Zircon de Jack Hills en Australie, daté à 4.4 Milliards d'années

La plupart des roches terrestres anciennes ont disparu à cause de l'érosion et de la tectonique des plaques. Quelques-uns des minéraux qu'elles contiennent, appelés zircons, présentent une résistance importante. Les zircons sont les plus anciens minéraux retrouvés sur Terre.

Source : FuturaSciences

- 2- Comparer l'âge du zircon de Jack Hills avec l'âge de la Terre établi grâce à la méthode de Patterson, puis expliquer en quoi il est plus fiable de dater la formation de la Terre à l'aide de mesures réalisées sur des météorites plutôt qu'en utilisant des roches terrestres.



Exercice 2 – Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

Un concert des Gipsy Kings

Sur 10 points

Créés en 1979, et révélés au grand public par leur titre « Bamboleo », les Gipsy Kings sont un groupe originaire d'Espagne et du sud de la France, composé de guitaristes et chanteurs issus de deux familles d'origine catalane et gitane. Leur musique, emblématique de la tradition tzigane, est enrichie d'apports flamenco, pop et de rythmes latins.

En 2004, le groupe s'est produit dans un manoir, à Kenwood house à Londres. Un enregistrement du concert a été réalisé : *Live at the Kenwood house of London*.

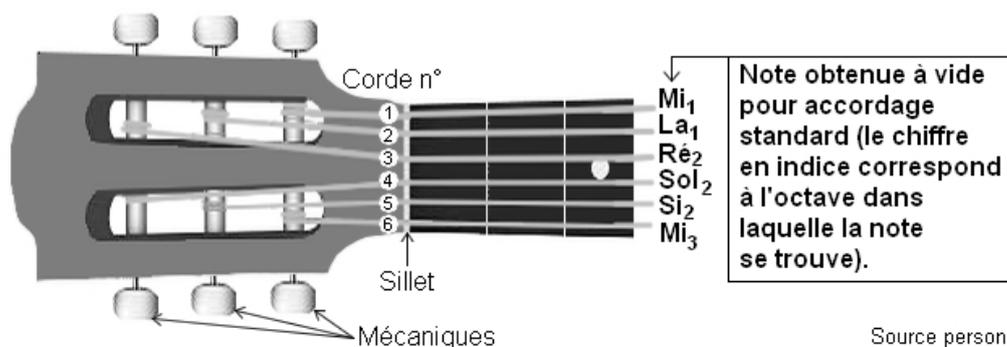
Cet exercice propose d'aborder plusieurs aspects de ce concert des Gipsy Kings.

Partie 1 – Accordage des guitares acoustiques avant le concert

Quelques minutes avant le début du concert, les guitaristes accordent leurs instruments. Cela consiste à modifier les réglages des guitares acoustiques pour en obtenir les notes désirées, afin que tous les instruments ne soient pas dissonants entre eux. Pour ce faire, on utilise un accordeur électronique.

Document 1 – Fréquence et note associée

Schéma légendé d'un manche d'une guitare acoustique à six cordes



Source personnelle

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

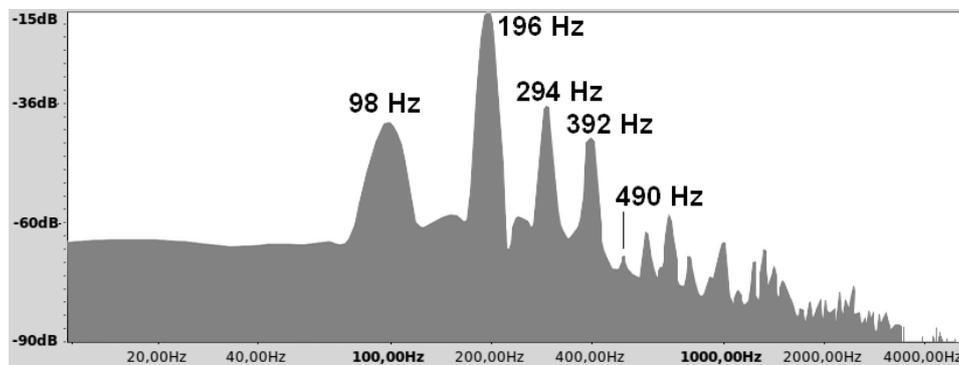
Fréquences fondamentales de quelques notes de musique

Note → Octave ↓	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si
1	65,4 Hz	73,4 Hz	82,4 Hz	87,3 Hz	98,0 Hz	110,0 Hz	123,5 Hz
2	130,8 Hz	146,8 Hz	164,8 Hz	174,6 Hz	196,0 Hz	220,0 Hz	247,0 Hz
3	261,6 Hz	293,7 Hz	329,6 Hz	349,2 Hz	392,0 Hz	440,0 Hz	494,0 Hz

Exemple : pour accorder la corde n°1, le musicien la pince ; l'appareil affiche le spectre en fréquences de la note émise ; enfin, il effectue les réglages nécessaires pour la faire correspondre à 82,4 Hz, c'est-à-dire à un Mi1.

Source : d'après Wikipedia

Document 2 – Spectre en fréquences de la note émise par la corde n°6 d'une guitare avant accordage



Source : zestedesavoir.com/tutoriels/1836/physique-de-la-corde-de-guitare/

Document 3 – Caractéristiques d'une corde de guitare acoustique

Lorsqu'une guitare produit un son, tout commence par la vibration d'une corde. Cette corde oscille d'une manière précise en fonction de différents paramètres.

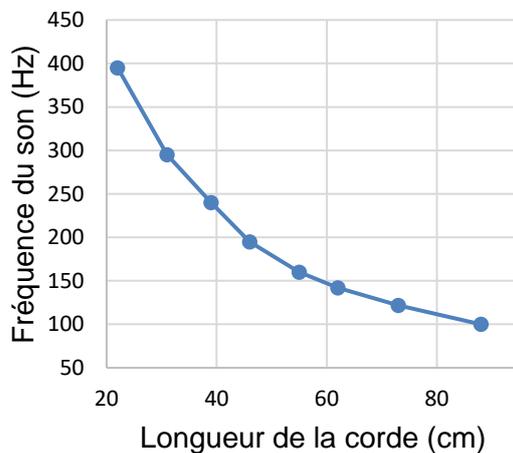
À la guitare, on peut jouer des notes de différentes hauteurs (et donc différentes fréquences fondamentales f) de plusieurs manières :

- En modifiant l'épaisseur de la corde utilisée et donc sa masse par unité de longueur μ . Plus la masse par unité de longueur μ augmente, plus la fréquence fondamentale f diminue.

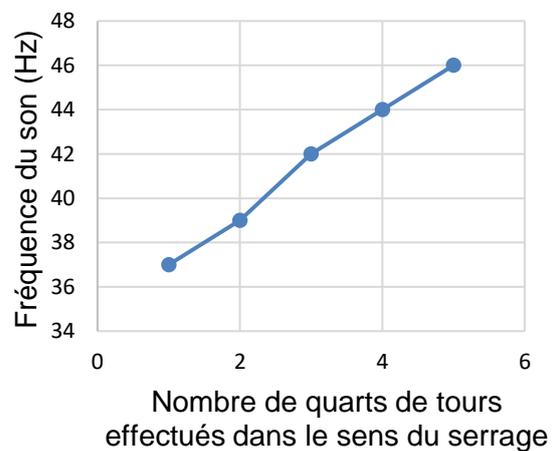


- En modifiant la longueur L de la corde utilisée. Le **graphique (a)** ci-dessous représente l'influence de la longueur L sur la fréquence fondamentale f .
- En serrant (ou desserrant) les mécaniques pour augmenter (ou diminuer) la tension T de la corde. Le **graphique (b)** ci-dessous représente l'influence de la tension T sur la fréquence fondamentale f .

Graphique (a) : Influence de la longueur de la corde sur la fréquence fondamentale



Graphique (b) : Influence de la tension de la corde sur la fréquence fondamentale



Source : zestedesavoir.com/tutoriels/1836/physique-de-la-corde-de-guitare/

- 1- À l'aide du document 2, déterminer la valeur de la fréquence fondamentale de la note jouée par la corde n°6 avant l'accordage.
Associer cette fréquence à une note de musique à l'aide du document 1.
Conclure sur la nécessité d'accorder la corde n°6.
- 2- Décrire en justifiant la réponse la manipulation que doit effectuer le guitariste pour accorder cette corde sans la changer.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Partie 2 – Enregistrement du concert

Le concert s'est déroulé en deux parties, avec une pause au milieu pour permettre aux musiciens de réaccorder les guitares.

Document 4 – Informations sur le concert

La liste des chansons ainsi que leur durée en minutes et secondes sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

	Chansons	Durée
Première partie	"Intro", "Allegria", "La Dona", "El Mauro", "Ben, Bem, Maria", "Trista Pena", "Odeon", "Sin Ella", "Quiero Saber"	37 min 42 s
Pause	/	non enregistrée
Deuxième partie	"La Quiero", "Habla Me", "Galaxia", "Fadango", "Tu Quieres Volver", "Oh Maï", "Djobi, Djoba", "Bamboleo"	36 min 30 s

Source personnelle

Le concert a été intégralement enregistré et numérisé en stéréo en choisissant une quantification sur 16 bits et une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. On rappelle que la taille L en octets d'un fichier audio est donnée par la formule :

$$L = f_e \times c \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

Avec :

f_e = fréquence d'échantillonnage (en hertz) ; c = 1 (mono) ou 2 (stéréo)

n = quantification (en bits) ; Δt = durée (en secondes).

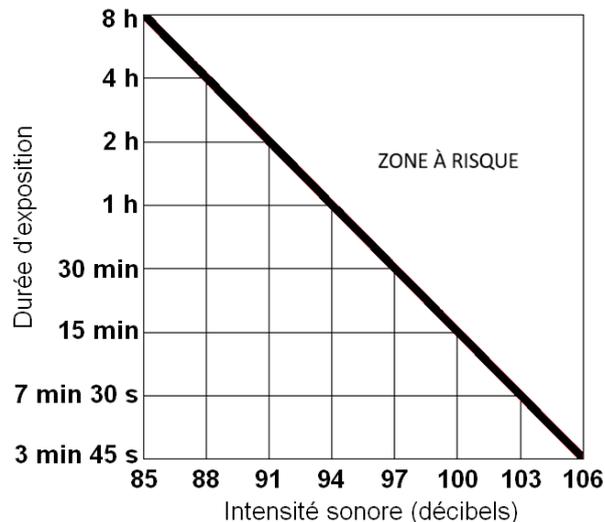
- 3- Une plateforme de streaming souhaite diffuser ce concert des Gipsy Kings en intégralité. L'espace dédié pour chaque fichier musical sur cette plateforme est de 800 Mo (mégaoctets). Indiquer si la plateforme doit prévoir un fichier par partie ou si elle peut diffuser tout le concert avec un seul fichier. Justifier la réponse en s'appuyant sur la formule précédente.



Partie 3 - Écoute du concert

Une exposition prolongée à une intensité sonore trop importante peut créer des dommages irréversibles à l'organisme (voir infographie du document 5). Le volume du concert des Gipsy King n'a pas été mesuré en 2004 mais cela a été fait lors d'un autre concert en 2023 où l'on a atteint un niveau d'intensité sonore de 104 décibels. On suppose que le niveau d'intensité sonore du concert de 2004 avait un niveau d'intensité sonore équivalent.

Document 5 – Infographie présentant la zone à risque pour l'audition selon la durée d'exposition et l'intensité sonore en décibels



Source : ISO 1999:2013 Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss

- 4- À partir des documents 4 et 5 et de vos connaissances, expliquer qu'une personne assistant au concert des Gipsy Kings en 2004 a pris des risques pour son audition. Proposer une solution qui aurait permis d'assister à ce même concert en toute sécurité.

La loi française n° 96-452 du 28 mai 1996 impose une limite de niveau d'intensité sonore de 100 décibels pour les écouteurs fournis avec un matériel audio.

- 5- À l'aide des documents 4 et 5, indiquer si une personne écoutant le concert en streaming avec des écouteurs réglés au maximum de la puissance autorisée légalement en France prend des risques pour son audition. Si tel est le cas, déterminer le niveau d'intensité sonore maximal de l'écoute de l'intégralité du concert pour une personne équipée d'écouteurs, sans risque de détérioration de son audition.

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
	Né(e) le :			/			/													

1.1

Exercice 3 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Le paradoxe du Soleil pâle

Sur 10 points

Le système solaire s'est formé il y a 4,57 milliards d'années. Le paradoxe du jeune Soleil pâle désigne la contradiction apparente, entre la présence d'eau liquide sur Terre à cette époque et le fait que le Soleil ne brillait qu'à 70 % de son intensité actuelle. La température sur Terre devait être inférieure à 0 °C et donc l'eau aurait dû être présente à l'état solide uniquement.

L'objectif de cet exercice est d'étudier ce paradoxe.

Partie 1 – Caractérisation du Soleil jeune

Actuellement, la puissance surfacique moyenne du rayonnement solaire arrivant à la surface de l'atmosphère terrestre est de $340 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

- 1- Montrer que la puissance surfacique moyenne solaire qui atteignait la surface de l'atmosphère terrestre il y a 4 milliards d'années était d'environ $240 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Document 1 – Loi de Stefan

La puissance émise par unité de surface (P exprimée en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) est proportionnelle à la puissance quatrième de la température (T exprimée en Kelvin).

$$P = \sigma \times T^4$$

avec σ , constante de Stefan-Boltzmann valant $5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$.

Relation entre la température θ (°C) et la température T (K) :

$$T = \theta + 273$$

- 2- À l'aide du document 1, montrer qu'en première approximation, la température de la Terre aurait dû être d'environ -18 °C il y a 4 milliards d'années.



Document 2 – Lien entre luminosité et température de surface d'une étoile

En astrophysique, le diagramme Hertzsprung Russel permet d'établir une relation entre la température d'une étoile et sa luminosité et conduit aux correspondances précisées dans le tableau suivant :

Par exemple, si une étoile brille deux fois plus intensément que le Soleil actuel, ce rapport vaut 2.

Rapport de la luminosité d'une étoile sur la luminosité actuelle du Soleil	Température de l'étoile en kelvins (K)
1,7	6000
1	5800
0,7	5500
0,07	4000

Source : d'après l'auteur

Document 3 – Loi de Wien

La longueur d'onde d'intensité maximale (λ_{max} exprimée en mètres) relevée sur un spectre d'émission est inversement proportionnelle à la température (T exprimée en kelvins) du corps émetteur :

$$\lambda_{max} = \frac{k}{T}$$

avec k , constante de la loi de Wien valant $2,99 \times 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}$.

- 3- À l'aide des documents 2 et 3, déterminer en nanomètres la longueur d'onde d'intensité maximale du Soleil il y a 4 milliards d'années.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Partie 2 – Première proposition d'explication du paradoxe

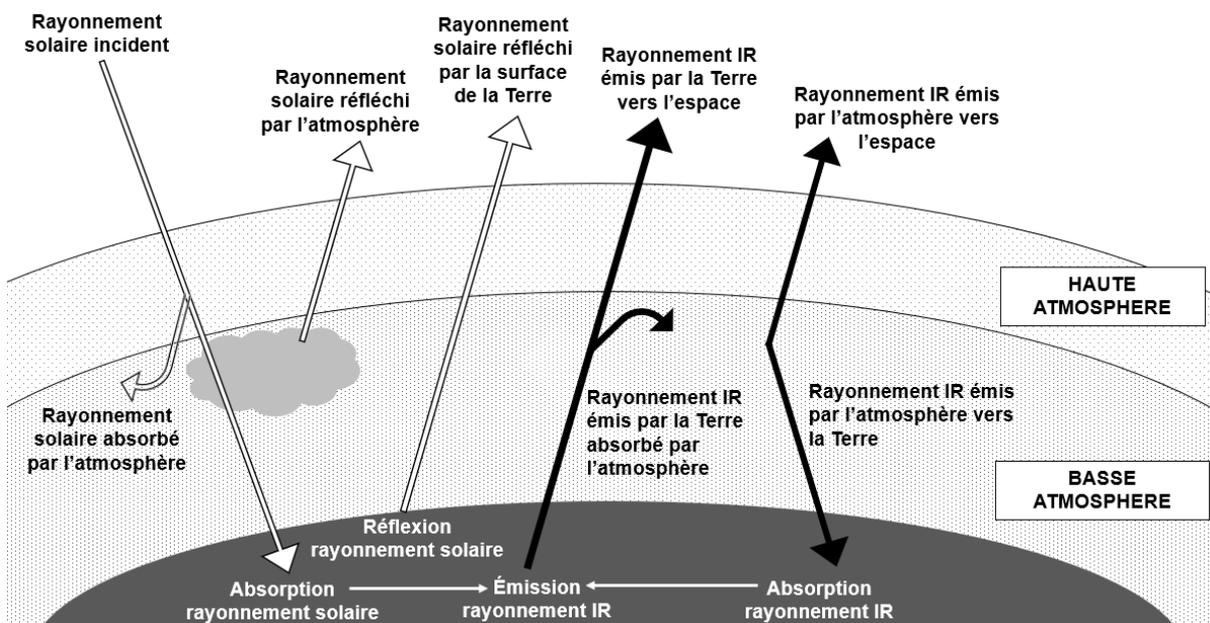
Document 4 – Tableau de la pression partielle atmosphérique en CO₂

Une température de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ est incompatible avec la présence d'eau liquide. Des études ont permis de montrer qu'il y a 4 milliards d'années, un volcanisme très intense rejetait de grandes quantités de dioxyde de carbone dans l'atmosphère terrestre.

Période	-4 Milliards d'années	Actuelle
Pression partielle en CO ₂	Entre 0,3 et 0,6 bar	3×10^{-4} bar

Source : d'après <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

Document 5 – Bilan radiatif terrestre



Source : d'après l'auteur

- 4- À partir des documents 4 et 5 et de vos connaissances, proposer une explication au paradoxe du Soleil pâle, c'est à dire à la présence d'eau liquide il y a 4 milliards d'années malgré une température terrestre inférieure à 0°C due à la plus faible puissance reçue du Soleil.



Partie 3 – Seconde proposition d'explication du paradoxe

D'autres chercheurs ont proposé d'expliquer le paradoxe du Soleil jeune pâle par un albédo moyen très faible.

5- Définir l'albédo.

Document 6 – Quelques valeurs d'albédo

Surface	Océan	Forêt	Nuages	Sable	Neige
Albédo	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,8 – 0,9

Albédo moyen terrestre actuel : $\alpha = 0,3$

Albédo moyen terrestre estimé à l'époque du Soleil jeune (4 milliards d'années) :
 $\alpha = 0,05$

Source : d'après l'auteur

- 6- Expliquer pourquoi la valeur de l'albédo à l'époque du jeune Soleil pâle permettrait d'expliquer la présence d'eau liquide sur Terre alors que la puissance surfacique solaire incidente était plus faible qu'actuellement.
- 7- Expliquer en quoi l'étude de paradoxes scientifiques est une composante essentielle de la démarche scientifique. Vous argumenterez en vous appuyant sur l'exemple étudié dans cet exercice et sur vos connaissances personnelles.