

ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE
Sujet d'épreuve commune de contrôle continu
Proposition n°1

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

Exercice 1 : La sphéricité de la Terre (10 points sur 20)

Les Grecs de l'Antiquité attribuaient déjà à la Terre une forme sphérique et Ératosthène (276-194 av JC) fut le premier à en calculer la circonférence. Dans tout ce qui suit, la Terre est assimilée à une sphère de rayon 6371 km.

Partie 1. Repérage sur la sphère terrestre

Afin de se repérer à la surface de la sphère terrestre, on utilise des coordonnées géographiques (longitude, latitude).

Ville	Pays	Longitude	Latitude
Libreville	Gabon	9° Est	0°
Quito	Équateur	79° Ouest	0°
Toronto	Canada	79° Ouest	44° Nord
Toulouse	France	1° Est	44° Nord

Questions :

1- Calculer la longueur d'un méridien terrestre.

2- À partir des informations du tableau ci-dessus

2-a- Indiquer les villes qui sont situées sur un même méridien.

2-b- Indiquer les villes qui sont situées sur un même parallèle.

3- On note O le centre de la Terre et T, Q et T' les villes Toronto, Quito et Toulouse. On note I le centre du parallèle passant par Toronto et Toulouse. Sur le schéma ci-dessous (figure 1a) représentant la sphère terrestre, on a placé les points O, I, Q, T et T'.

Document 1 : Représentations graphiques permettant un repérage spatial sur la sphère

Figure 1a. Sphère terrestre

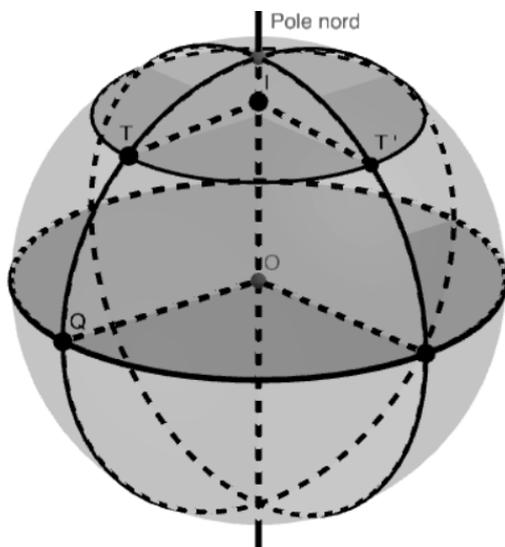
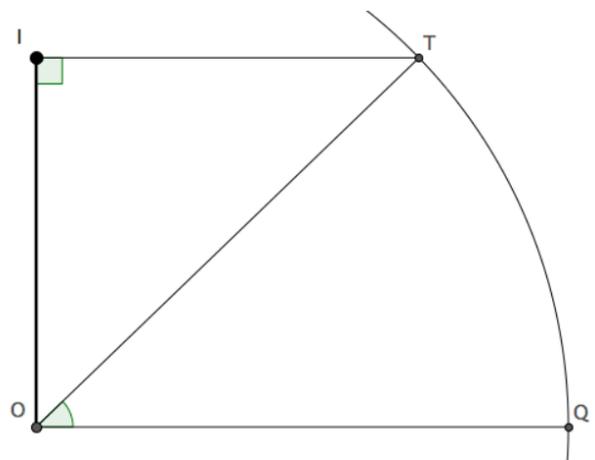


Figure 1b. Plan contenant l'axe des pôles et le point T



3-a- Donner la mesure, en degré, des angles QOT et TIT'.

3-b- Calculer la longueur de la portion de méridien reliant Quito à Toronto.

4- À l'aide de la figure 1b :

4-a- Préciser la longueur OT puis calculer la longueur IT.

4-b- En déduire la longueur du parallèle passant par Toulouse et Toronto.

4-c- Justifier, par un calcul, que la longueur de la portion de parallèle reliant Toulouse à Toronto est environ égale à 6399 km.

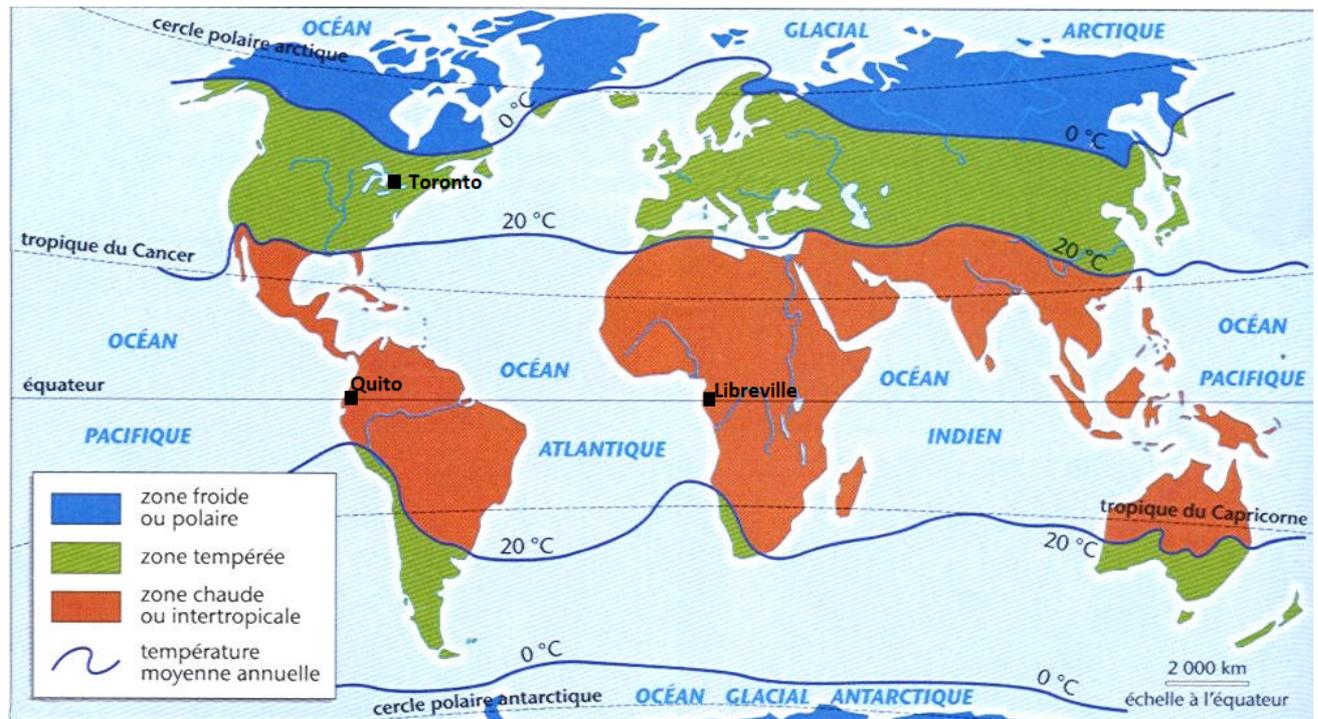
5- Un système d'information géographique (SIG) donne les informations suivantes :

- Distance Quito - Toronto : 4891 km
- Distance Toulouse - Toronto : 6230 km.
- Pour un système d'information géographique, la distance entre deux points du globe est le plus court chemin qui les relie à la surface de la Terre.

Expliquer pourquoi les longueurs données par le SIG et celles calculées dans les questions 3 et 4 sont, dans un cas, très proches alors que, dans l'autre, elles ne le sont pas.

Partie 2 : les différents climats de la Terre

Document de référence : Les zones climatiques à la surface de la Terre



Sur cette carte, on constate que Quito et Libreville, qui sont à la même latitude, sont dans une zone chaude intertropicale. Pour Toronto, situé à la même longitude que Quito, la température moyenne annuelle est plus froide.

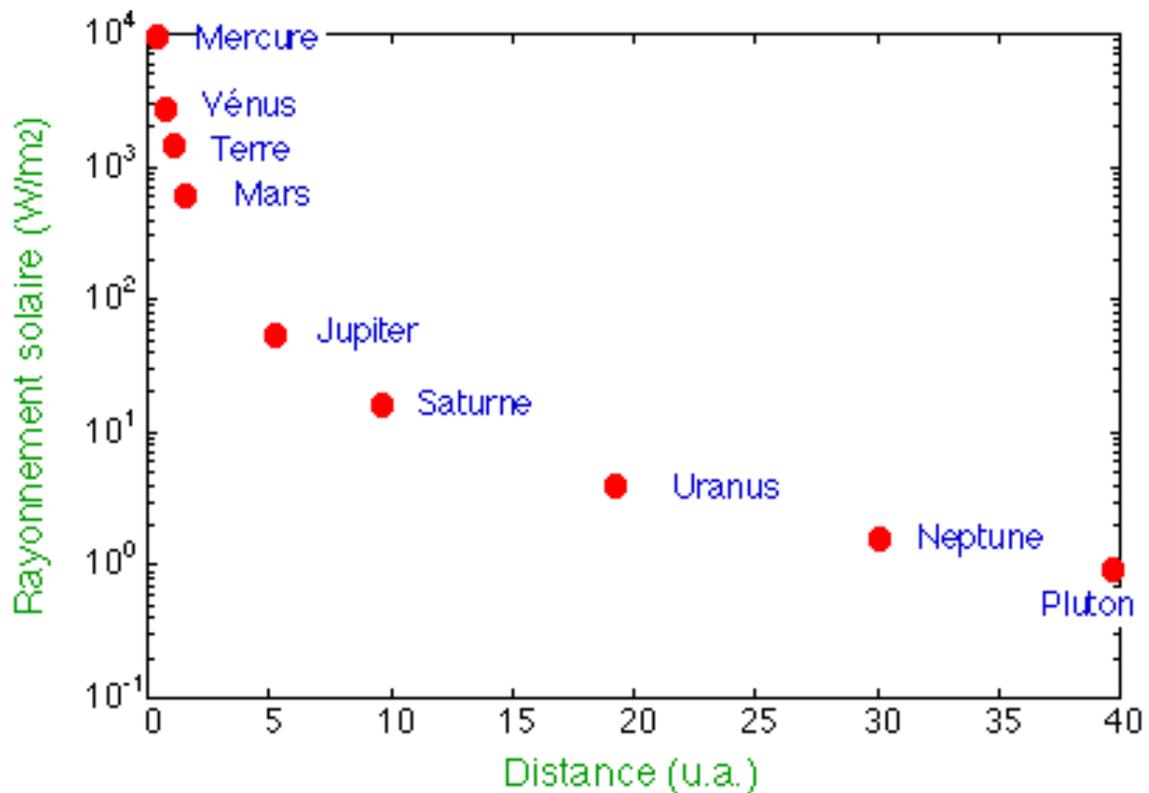
Afin d'expliquer ces différences climatiques, un élève a proposé comme hypothèse :

« Il fait plus chaud à l'équateur qu'aux pôles parce que La Terre est plus proche du Soleil à l'équateur qu'aux pôles ».

6- À partir des connaissances acquises et des informations issues des documents 3 et 4, rédiger un paragraphe argumenté permettant à la fois d'expliquer qu'il fait plus chaud à l'équateur qu'aux pôles et d'invalider l'hypothèse émise par cet élève.

La justification des arguments pourra s'appuyer sur des schémas explicatifs.

Document 3 : Puissance solaire reçue en fonction de la distance au Soleil (en unités astronomiques u.a. 1u.a. = 1,5×10⁸ km)



Source : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/explication-temperature.xml>

Document 4 : Puissance solaire reçue par unité de surface en fonction de la latitude



Résultat observé pour un même éclairage de l'équateur (à gauche) et des pôles (à droite)

latitude	0°	45° nord	60° nord	89° nord
Pays, régions, villes correspondant à la latitude	Equateur, Brésil, Kenya	Bordeaux	Oslo, St Pétersbourg	Pôle nord
Surface recevant une même quantité d'énergie (m ²)	1	1,4	2	57
Puissance solaire reçue en moyenne par unité de surface (W / m ²)	420	420 X 1 / 1,4 = 300	420 X 1 / 2 = 210	420 X 1 / 57 = 7,36

Tableau de correspondance entre la latitude et l'énergie solaire reçue par unité de surface

Source : D'après <http://www.ac-grenoble.fr/armorin.crest/>

Exercice 2 : La datation des peintures rupestres de la grotte Chauvet (10 points sur 20)

Découverte en Ardèche, en 1994, la grotte Chauvet est célèbre pour ses peintures rupestres réalisées par des êtres humains préhistoriques. Ces peintures comptent parmi les plus anciennes connues. Leur âge a été estimé par la méthode de datation au carbone 14.

Partie 1 : Du carbone dans la matière organique

Document 1 : Deux rhinocéros qui s'affrontent représentés sur le panneau des chevaux dans la salle Saint-Hilaire de la grotte Chauvet

Mouchage
de torche

Trait réalisé au
charbon de bois



Un mouchage est un frottement de la torche sur la paroi de la grotte pour retirer la partie carbonisée qui asphyxie la flamme.

Les analyses des pigments ont révélé que les peintures ont été réalisées avec des fragments de charbon de bois (traits noirs) et des minéraux :

- Le rouge est constitué d'oxydes de fer (Fe_2O_3)
- Le noir de dioxyde de manganèse (MnO_2)

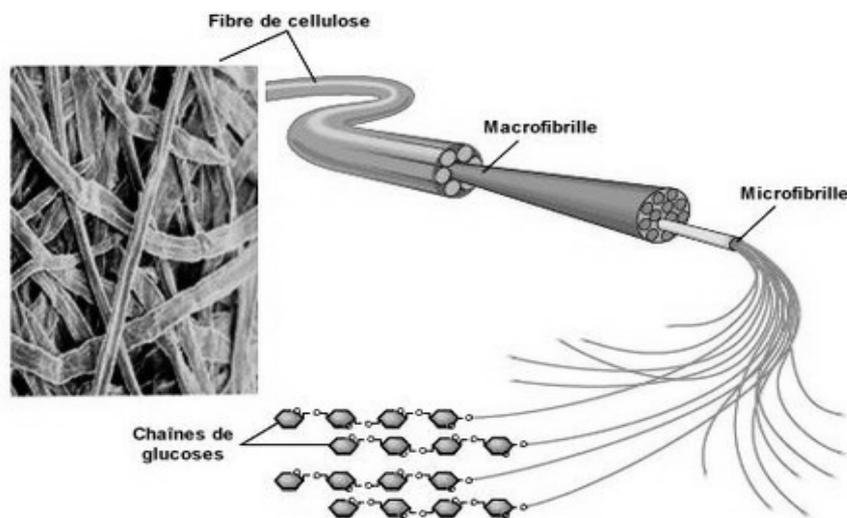
Sources : *Dossier Pour La Science* n°42 janvier Mars 2004

Hélène Valladas, Jean Cottés et Jean-Michel Geneste

Document 2 : Les constituants du bois

Les parois cellulaires très épaisses donnent au bois ses propriétés. Ces parois sont formées de deux constituants principaux, la cellulose et la lignine.

La cellulose est une macromolécule composée d'un enchainement de plusieurs glucoses de formule $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, comme le montre le schéma ci-contre.



Source : http://p7.storage.canalblog.com/70/91/309207/14102700_p.jpg

À partir de vos connaissances et des informations apportées par les documents 1 et 2, répondre aux questions suivantes.

1- Justifier que les oxydes minéraux ne peuvent pas être datés par la méthode du carbone 14, alors que la datation est possible pour le charbon de bois.

2- Nommer le mécanisme biologique à l'origine de la synthèse du glucose par les plantes terrestres et donner l'équation de réaction de cette synthèse de matière végétale (on veillera à ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation). Préciser les organes impliqués dans les échanges entre la plante et son milieu.

Partie 2 : Radioactivité et datation par le carbone 14 (^{14}C)

Document 3 : datation par le carbone 14

L'isotope ^{14}C de l'élément carbone se désintègre en azote ^{14}N et se régénère régulièrement en haute atmosphère à partir de l'azote de l'air : il se retrouve donc en proportion constante dans tous les milieux et tous les êtres vivants. Lorsqu'un être vivant meurt, son métabolisme s'interrompt et son carbone n'est plus renouvelé. En raison de la désintégration radioactive, pour un échantillon donné, le rapport P/P_0 du nombre d'atomes ^{14}C résiduel (P) sur le nombre d'atomes présents moment de la mort (P_0) décroît au cours du temps.

Deux ensembles de mesures ont été réalisés pour la grotte Chauvet.

- le premier, réalisé sur des fragments de charbon de bois prélevés sur les peintures, fournit des valeurs P/P_0 comprises entre 1,5 % et 2,5 %.

- le second ensemble de mesures, réalisé à partir des prélèvements sur les mouchages de torche, fournit des valeurs comprises entre 3,5 % et 4,5 %.

Les réponses aux questions suivantes s'appuieront sur vos connaissances et sur les informations apportées par le document 3.

3 - Cocher la proposition exacte pour chaque question du questionnaire à choix multiple donné dans l'annexe À RENDRE AVEC LA COPIE.

Un graphique représentant le rapport P/P_0 du nombre d'atomes ^{14}C résiduel sur le nombre d'atomes ^{14}C présent au moment de la mort en fonction du nombre d'années écoulées depuis la mort est donné sur la figure 1 de l'annexe À RENDRE AVEC LA COPIE.

4 - En exploitant le graphique de la figure 1 (et le zoom inséré) de l'annexe À RENDRE AVEC LA COPIE, estimer, après l'avoir définie, la demi-vie du carbone 14.

5- Estimer par un encadrement l'ancienneté des traces de l'habitation de la grotte Chauvet par les êtres humains préhistoriques en datant les mouchages de torche et les traits réalisés à l'aide de charbons de bois.

6- Expliquer en quelques phrases comment la méthode de datation par le carbone 14 utilisée en archéologie illustre l'intérêt de la coopération entre plusieurs champs disciplinaires scientifiques

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Questionnaire à choix multiple

Cocher la proposition exacte pour chacune des deux affirmations QCM1 et QCM2 ci-dessous

QCM1 : La date de désintégration d'un noyau individuel de ^{14}C dont on connaît la date de création (prise comme origine) est :

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> aléatoire. | <input type="checkbox"/> prévisible. |
| <input type="checkbox"/> égale à 5730 ans. | <input type="checkbox"/> comprise avec certitude entre 100 et 10000 ans. |

QCM2 : La durée nécessaire à la désintégration radioactive de la moitié des noyaux radioactifs d'un échantillon dépend :

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> du nombre initial de noyaux. | <input type="checkbox"/> du volume de l'échantillon. |
| <input type="checkbox"/> de la nature chimique des noyaux. | <input type="checkbox"/> de la température. |

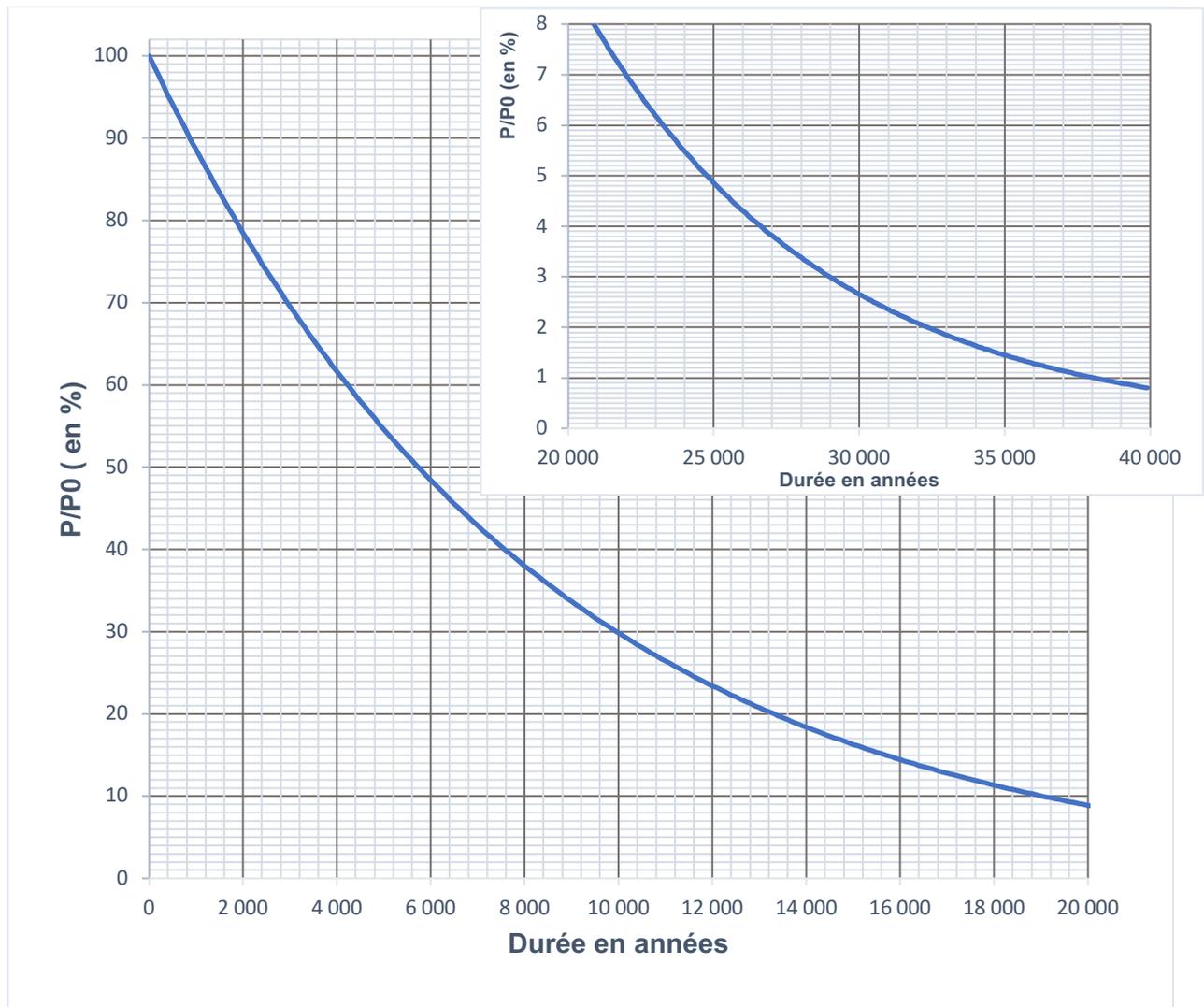


Figure 1 : Rapport P/P_0 du nombre d'atomes ^{14}C résiduel sur le nombre d'atomes ^{14}C présent au moment de la mort en fonction du temps. L'encart permet de mieux visualiser la période entre 20 000 et 40 000 ans