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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

☐ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 13

Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix, parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.

Il indique son choix en début de copie.

Exercice 1 – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

Enquête sur une ancienne scène de crime

Sur 10 points

Ötzi est une momie naturelle retrouvée dans les Alpes il y a 30 ans, allongée à plat ventre, au bord d'un lac gelé situé à 3 000 mètres d'altitude dans la vallée d'Ötzal.

Les analyses scientifiques ont révélé qu'il s'agit d'une très ancienne scène de crime…

Découverte de la momie et reconstitution de Ötzi, musée archéologique de Haut-Adige

Crédit photo : SOUTH TYROL MUSEUM OF ARCHAEOLOGY.

L'objectif de cet exercice est d'estimer la date de l'assassinat d'Ötzi.

Partie 1 – L'atome de carbone

Document 1 – Origine et cycle du carbone ^{14}C

Le carbone présent dans l'atmosphère essentiellement sous forme de dioxyde de carbone (CO_2) possède plusieurs isotopes : carbone 12, carbone 13, carbone 14.

Le carbone 14 est un isotope radioactif du carbone donc instable ; il se désintègre spontanément en un noyau fils (azote 14) plus stable.

Sa période radioactive (ou « demi-vie ») est de 5 730 ans.

On peut considérer que tant qu'une plante ou un animal est vivant, son organisme échange du carbone avec son environnement, si bien que le carbone qu'il contient aura la même proportion de ^{14}C (carbone 14) que dans la biosphère.

Lorsque cet organisme meurt, son métabolisme cesse, il ne reçoit plus de carbone 14 et celui qu'il contient va se désintégrer peu à peu au cours du temps selon une loi exponentielle.

La datation par le carbone 14 se fonde alors sur le comptage du carbone 14 résiduel dans l'organisme mort.

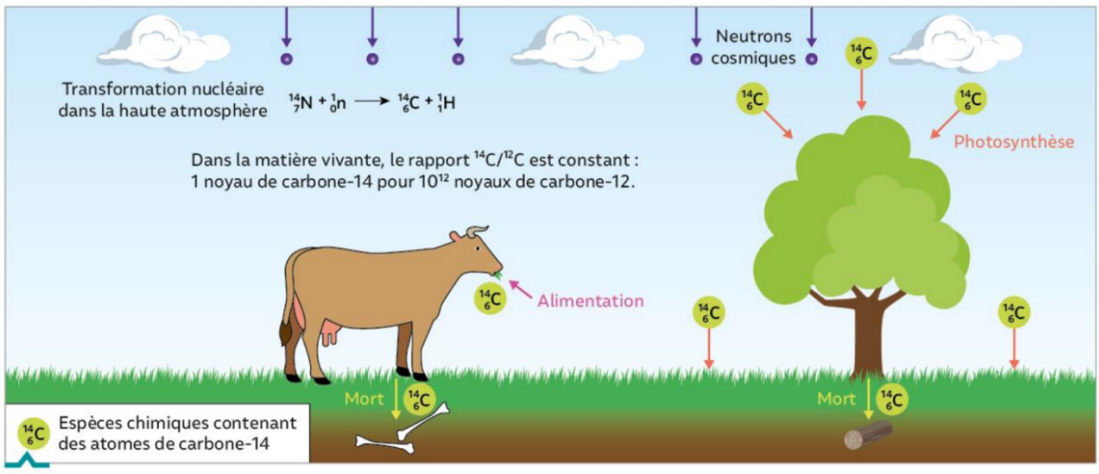


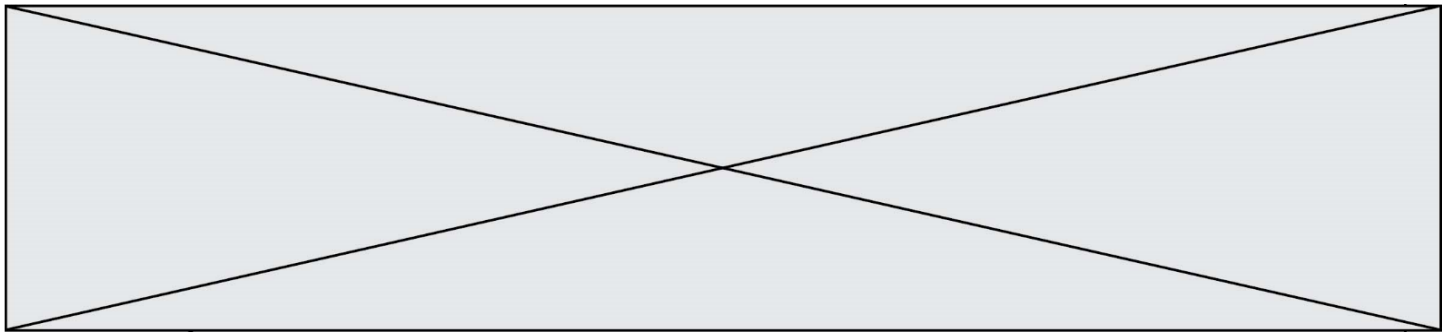
Figure A – Cycle du Carbone 14

Source : Manuel Nathan 1ère Enseignement Scientifique

À l'aide des informations du document 1 :

1- Donner la caractéristique d'un isotope radioactif.

2- Énoncer ce qu'il faut quantifier pour évaluer la date de la mort d'un être vivant. Justifier votre réponse.



3- Énumérer la succession des évènements qui aboutissent à la présence de carbone 14 dans le corps d'Ötzi.

Partie 2 – Datation d'une mort

À la mort d'Ötzi, le nombre initial N_0 de noyaux de carbone 14 contenu dans son corps était de $3{,}87 \times 10^{15}$.

À la découverte de la momie, elle possédait une activité radioactive en carbone 14 de :

$$A = 7910 \text{ Bq}$$

4- Établir la valeur de la demi-vie du carbone 14, en utilisant le graphique du document 3 (page suivante) et en exposant la démarche permettant de la déterminer.

5- À l'aide des informations du document 2 (ci-après), calculer le nombre N de noyaux résiduels dans la momie au moment de sa découverte.

6- Sachant que $3{,}87 \times 10^{15}$ noyaux correspondent à 100 % de noyaux de carbone 14, vérifier que le pourcentage de carbone 14 résiduel lors de la découverte de la momie est de 53 %.

7- À l'aide du résultat de la question précédente et de la courbe de décroissance radioactive du carbone 14, estimer la date de l'assassinat d'Ötzi.

Document 2 – Définition de l'activité d'un échantillon

On appelle activité A d'un échantillon radioactif le nombre de désintégrations de noyaux qui s'y produisent par seconde. Ainsi l'activité A en Bq de cet échantillon et le nombre de noyaux N qu'il contient sont liés par la relation :

$$N = \frac{A \times t_{1/2}}{0{,}69}$$

$t_{1/2}$: demi-vie de l'échantillon radioactif exprimée en seconde.

Données :

- 5730 ans = $1{,}81 \times 10^{11}$ secondes.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : (Les numéros figurent sur la convocation.)

N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

Document 3 – Courbe de décroissance radioactive

La courbe de décroissance radioactive du carbone 14 suivante montre l'évolution de la quantité de carbone 14 au cours du temps à partir de la mort d'un organisme.

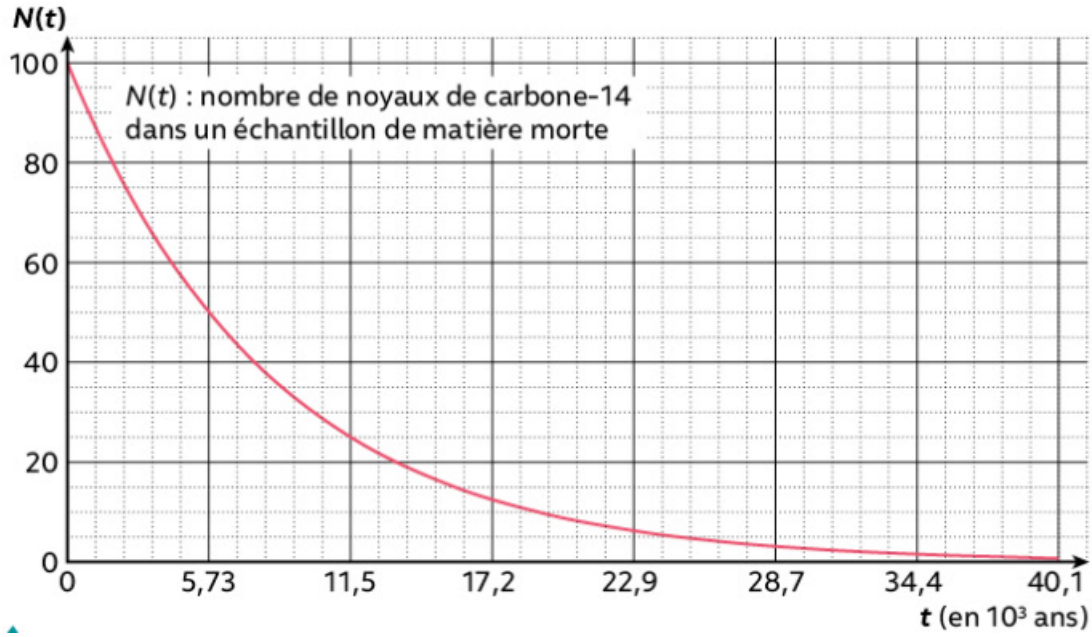


Figure B – Courbe de décroissance radiactive du carbone ^{14}C

Source : Manuel Nathan 1ère Enseignement Scientifique

Exercice 2 – *Niveau première*

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Températures de surface de la Terre et du Soleil

Sur 10 points

Partie 1 – Origine de l'énergie solaire

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du soleil. Cette énergie conditionne sa température de surface.

1- Préciser le phénomène physique à l'origine de l'énergie dégagée par le soleil.

2- A partir de la relation d'Einstein : $E = \Delta m \times c^2$, calculer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie, sachant que l'énergie émise chaque seconde par le soleil a pour valeur $3{,}9\times10^{26}$ J.

Donnée **:** vitesse de la lumière dans le vide $c = 3{,}0\times10^{8}$ m·s^{-1}

Partie 2 – Température de surface du Soleil

L'étude du spectre du rayonnement émis par le Soleil, que l'on peut modéliser comme un spectre de corps noir, permet de déterminer la température de la surface du Soleil.

À l'aide du document 1 fourni sur la page ci-après, répondre aux questions 3 à 5 :

3- Déterminer les longueurs d'ondes correspondant au maximum d'émission pour les températures de 4000 K, 5000 K et 6000 K. Décrire qualitativement l'évolution de la longueur d'onde au maximum d'émission en fonction de la température du corps.

4- Justifier à partir de la valeur de la longueur d'onde d'émission maximale du spectre solaire que la température du Soleil est comprise entre 5500 K et 6000 K.

Document 1 – Spectres d'émission

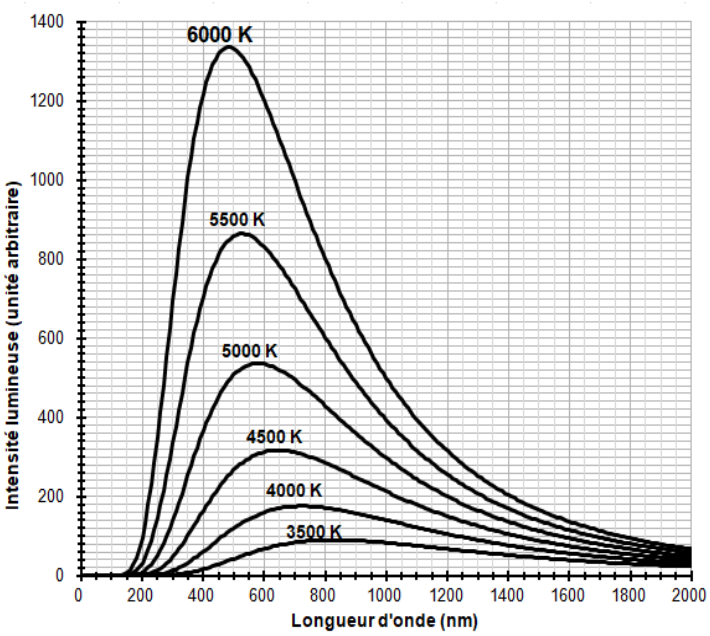


Figure 1a : spectres d'émission du corps noir à différentes températures

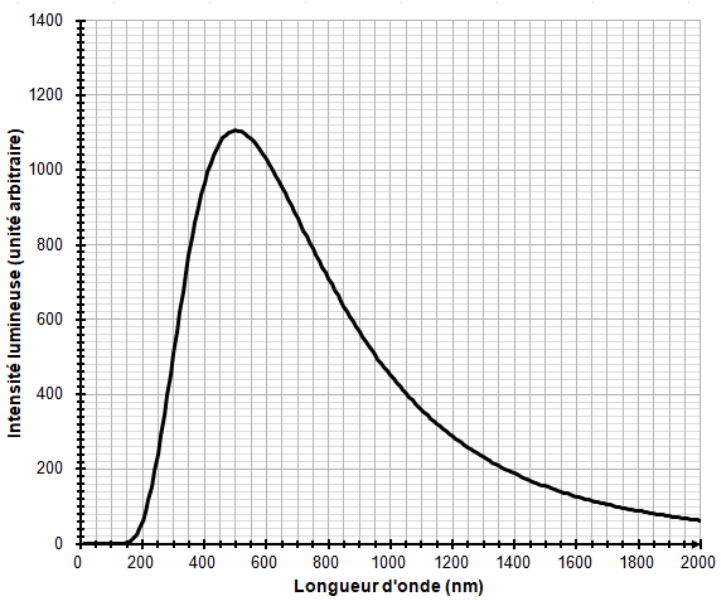
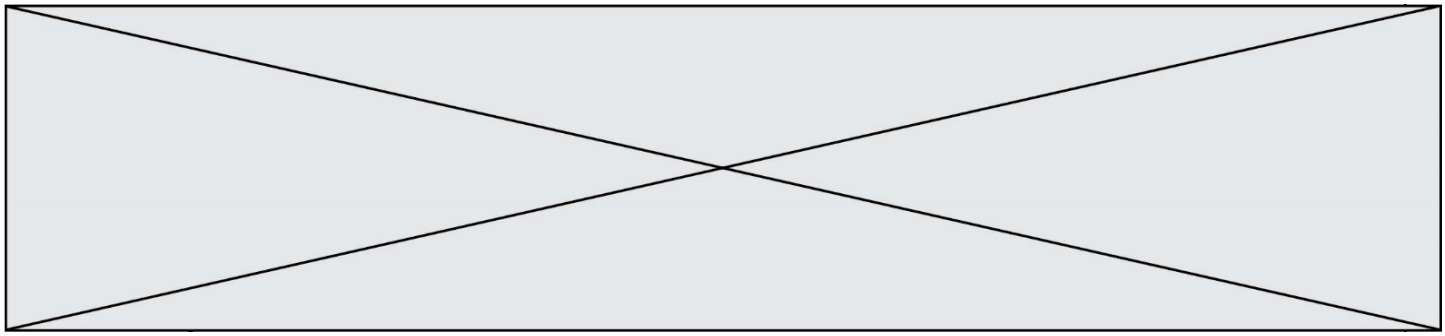


Figure 1b : modèle du spectre d'émission du soleil.



La température de surface du Soleil peut être déterminée plus précisément à partir de la loi de Wien. Cette loi permet de déterminer la température d'un corps noir à partir de la longueur d'onde λ_{max} de son maximum d'émission par la relation :

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

avec :

T : température du corps noir, en kelvins (K)

k : constante égale à $2{,}898 \times 10^{-3}$ m·K

5- En considérant que le Soleil se comporte comme un corps noir, déterminer sa température de surface *T* à partir de la loi de Wien.

Partie 3 – Énergie solaire et albedo

L'albedo est un paramètre influençant la température de surface de la Terre

6- Sachant que l'albedo terrestre est en moyenne égal à 0,30 et que la puissance surfacique transportée par la lumière solaire vers la surface de la Terre est en moyenne de 342 $W \cdot m^{-2}$, calculer la puissance surfacique solaire moyenne absorbée par le sol terrestre.

7- Actuellement l'albedo moyen terrestre tend à diminuer. Préciser, en justifiant votre réponse, si cette diminution conduit à une augmentation ou une diminution de la température moyenne à la surface de la Terre.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Exercice 3 – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

L'eau, la vie et la Terre

Sur 10 points

La Terre est une des planètes de notre système solaire, mais il en existe de nombreuses autres dans l'Univers que les progrès techniques ont permis d'identifier. La présence d'eau sur ces planètes est source de nombreuses interrogations.

Partie 1 – La Terre : une planète habitable

Document 1 – Recherche d'exoplanètes

En octobre 1995, une équipe d'astrophysiciens, dirigée par Michel Mayor et Didier Queloz à l'observatoire de Haute-Provence, détecte pour la première fois de façon formelle une exoplanète : 51 Pegasi b, un Jupiter chaud.

En février 2017, un système exoplanétaire, situé à 40 années-lumière du nôtre, est mis au jour par une équipe internationale : sept planètes, de taille semblable à la Terre, probablement rocheuses et potentiellement habitables. Selon les premières mesures, deux d'entre elles se situeraient dans la zone habitable de leur étoile.

Depuis 1995, plus de 3000 planètes extrasolaires ont été officiellement répertoriées, et au moins 2400 autres restent à confirmer. En voici deux exemples :

- HD 189733b est une exoplanète orbitant près de son étoile, à 63 années-lumière de la Terre, dans la constellation du Petit Renard ;
- Kepler 62f est une exoplanète orbitant autour de l'étoile Kepler-62 située à 1200 années-lumière de la Terre.

Nous ne sommes qu'au début de la quête de nouveaux mondes.

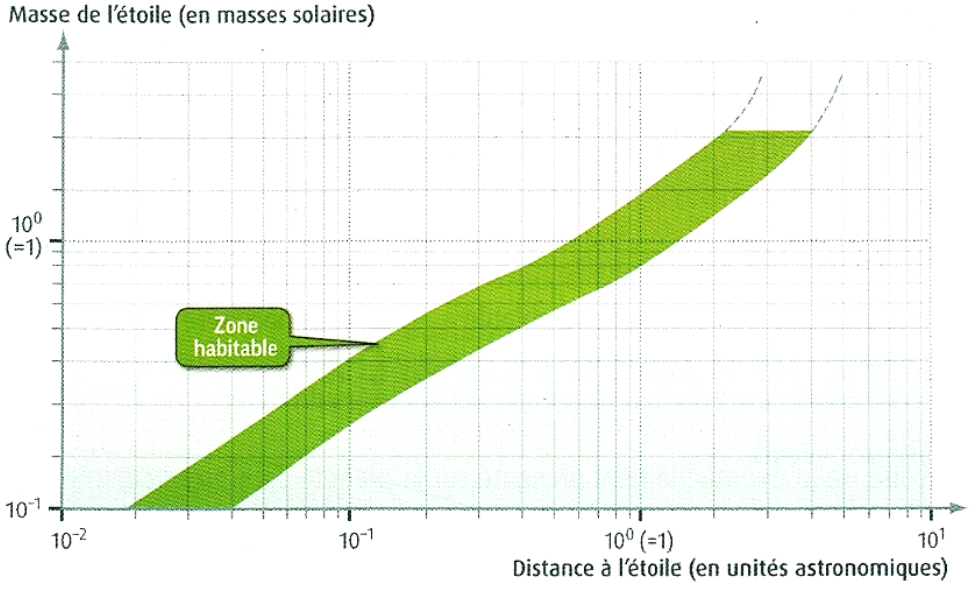
Source : d'après le journal CNRS, octobre 2015.

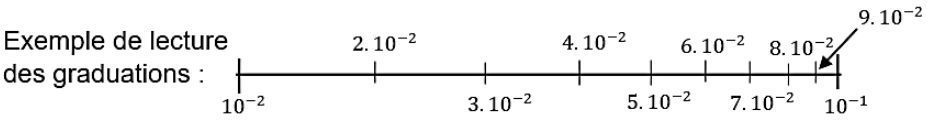
Document 2 – Caractéristiques de certaines planètes

Nom des planètes	Terre	Vénus	HD 189733b	Kepler 62f
Distance à son étoile (en u.a.)	1	0,72	$3{,}0 \times 10^{-2}$	$7{,}2 \times 10^{-1}$
Masse de l'étoile (en masses solaires)	1	1	$8{,}1 \times 10^{-1}$	$6{,}9 \times 10^{-1}$
Rayon de la planète (par rapport à la Terre)	1	0,72	13,8	1,41
Température moyenne de surface (en °C)	15	460	900	inconnue
Composition de l'atmosphère	N_2 : 78% O_2 : 21% CO_2 : 0,03 %	CO_2 : 96% N_2 : 3,5 %	H_2O, CH_4, CO_2	Atmosphère de composition inconnue
Etat de la surface	solide	solide	gazeuse	solide

(u.a. = unités astronomiques) *Source : d'après le manuel Hatier 2016, SVT 2de*

Document 3 – Position de la zone d'habitabilité d'une planète en fonction de la masse de l'étoile





Source : d'après le manuel Hatier 2016, SVT 2de

1- À partir du document 1, proposer une définition d'exoplanète.

2- Citer des facteurs qui pourraient permettre à une planète d'avoir une zone d'habitabilité.

3- Parmi les deux exoplanètes du document 2, justifier laquelle se trouve dans la zone d'habitabilité de son étoile.

Partie 2 – La Terre : une planète pas si bleue

Document 4 – Quelques valeurs sur l'eau liquide sur Terre

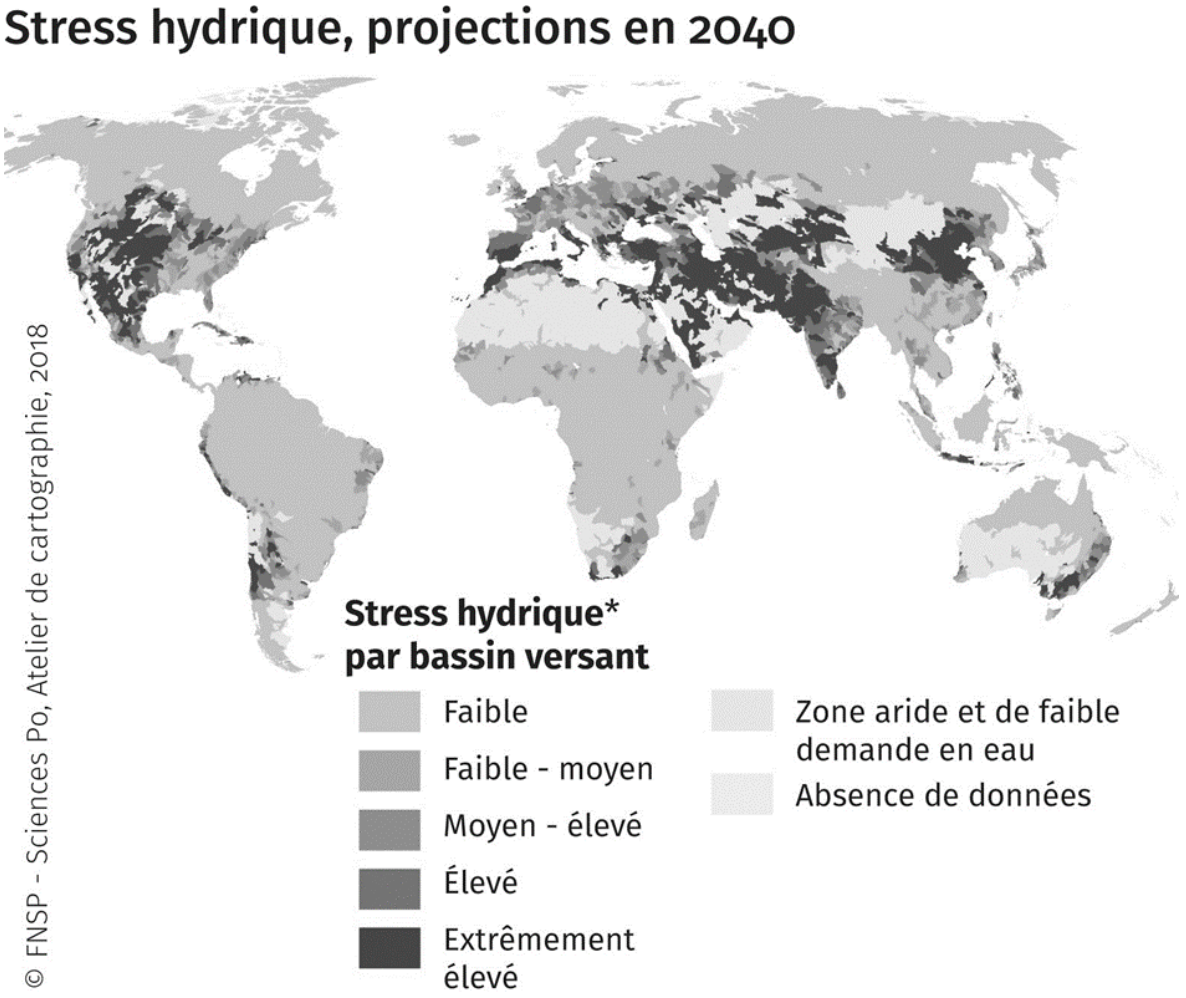
L'eau recouvre 72 % des 509 millions de km^2 de la surface du globe. C'est pourquoi on surnomme la Terre, la planète bleue. On estime son volume d'eau à environ 1400 millions de milliards de m^3. Ce volume d'eau reste stable à travers les âges.

L'eau de la planète bleue est à 97,2 % salée. Cette eau salée se retrouve dans les océans, les mers intérieures, mais aussi dans certaines nappes souterraines.

L'eau douce représente donc 2,8 % de l'eau totale du globe. Lorsqu'elle n'est pas sous forme de glaces polaires, l'eau douce disponible pour les êtres humains correspond à un volume de $9{,}8 \times 10^{15}$ m^3, ce qui représente un cube d'environ 214 km de côté.

Source : d'après le centre d'information de l'eau : https://www.cieau.com

Document 5 – Une eau de plus en plus rare en 2040



* Le stress hydrique de référence mesure le rapport entre les prélèvements totaux annuels en eau et le total des ressources renouvelables annuelles disponibles, en tenant compte de l'utilisation en amont de la consommation. Des valeurs plus élevées indiquent plus de concurrence entre les utilisateurs.

Sources : d'après World Resources Institute, www.wri.org et https://espace-mondial-atlas.sciencespo.fr/fr/rubrique-ressources/carte-5C33-stress-hydrique-projections-en-2040.html

4- À partir du document 4, montrer que l'eau douce pouvant être utilisée par les êtres humains correspond à 0,7% du volume total d'eau. Commenter ce pourcentage.

5- À l'aide des documents fournis et de vos connaissances, rédiger un court article qui pourrait paraître dans un journal scientifique afin de sensibiliser les citoyens sur les ressources hydriques planétaires.

Cet article devra comporter :

- la répartition actuelle de l'eau douce dans le monde ;
- les prévisions pour le futur vis-à-vis de cette eau douce ;
- au moins deux propositions de moyens de gestion et de protection de ces ressources en eau qui sont un enjeu pour l'humanité.