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

ÉVALUATION

CLASSE : Terminale – Épreuve de fin de cycle

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 : 14

Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.

L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.

Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.

Exercice 1 (obligatoire) – *Niveau terminale*

Thème « Le futur des énergies »

L'évolution du climat au travers de quelques documents issus du 6ème rapport du GIEC

Sur 10 points

Le 6ème rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) paru en 2023 définit plusieurs scénarios d'évolution appelés trajectoires socio-économiques partagées (en anglais, shared socioeconomic pathways, SSP) Ce sont des scénarios d'évolutions socio-économiques mondiales projetés jusqu'en 2100, combinant des hypothèses qualitatives sur l'évolution de la société et des projections quantitatives de paramètres clés (émissions de gaz à effet de serre, PIB, population, urbanisation, …).

Ce sujet propose, au travers de l'étude de quelques documents issus du 6ème rapport du GIEC, d'aborder deux conséquences observables du changement climatique : l'étendue des glaces de mer et la hausse moyenne des températures.

Partie 1 – La hausse de la température déterminée par nos choix

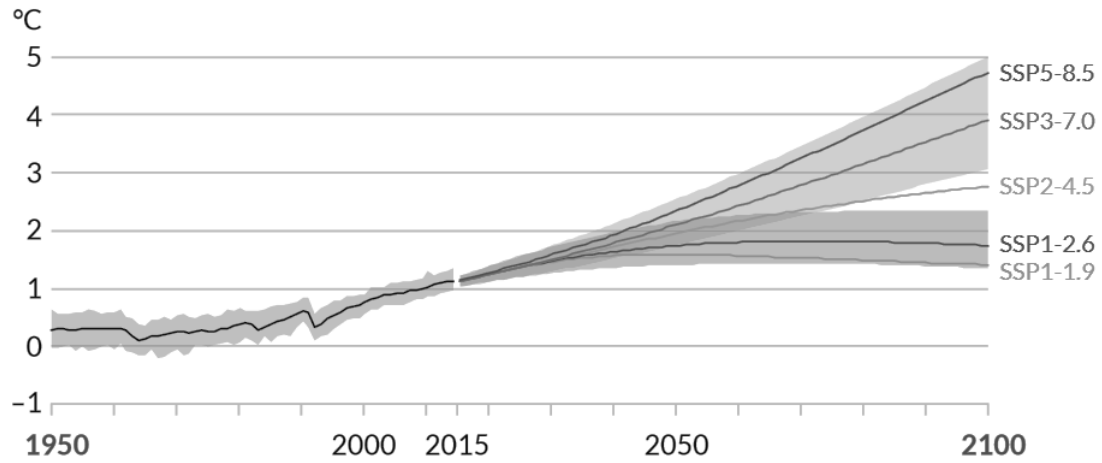
Document 1 – Les années actuellement les plus chaudes feront partie des plus froides dans 40 ans

Les variations annuelles des températures de surface mondiales sont présentées sous forme de « bandes climatiques », avec des projections futures montrant les tendances à long terme causées par l'homme [...].

Sur l'infographie suivante, cinq scénarios sont identifiés, en fonction des projections d'émission de gaz à effet de serre :

- très faibles émissions (SSP 1 – 1.9) ;
- faibles émissions (SSP 1 – 2.6) ;
- émissions intermédiaires (SSP 2 – 4.5) ;
- fortes émissions (SSP 3 – 7.0) ;
- très fortes émissions (SSP 5 – 8.5).

Changement de la température à la surface du globe par rapport à 1850 –1900 :



Pour chacune des affirmations suivantes, recopier la réponse correcte sur votre copie.

1-a- La date de référence 1850-1900 correspond :

- à la révolution industrielle ;
- au début des études sur le climat ;
- à l'invention des satellites d'observations météorologiques.

1-b- En 2000, l'écart de température mesuré par rapport à la période 1850-1900 était :

- nul ;
- compris entre 0,5 et 1°C ;
- compris entre 2,5 et 3°C.

1-c- On se place dans le cas d'un scénario d'évolution du climat lié à des émissions intermédiaires de gaz à effet de serre. Pour une personne née en 2020, lorsqu'elle aura 70 ans, l'écart de température global par rapport à la période 1850-1900 sera :

- compris entre 1,5 et 2°C ;
- compris entre 2,5 et 3°C ;
- compris entre 3,5 et 4°C.

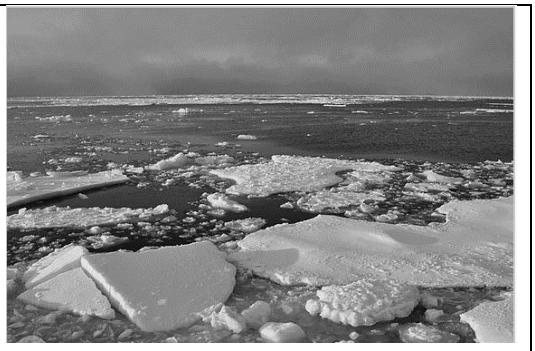
2- Préciser l'année à partir de laquelle la température à la surface du globe a atteint +1 °C par rapport à 1850-1900.

3- Indiquer, en expliquant votre réponse, si les données présentées dans le document 1 relèvent de la climatologie ou de la météorologie.

Partie 2 – Étendue des glaces de mer

Document 2 – À propos de la glace de mer

La glace de mer est constituée d'eau de mer gelée, et parfois aussi de neige tassée ou d'eau douce gelée (l'eau de mer gèle à une température plus basse - environ –2°C - que l'eau douce). C'est un composite complexe principalement formé de glace pure dans divers états de cristallisation, de bulles d'air et de poches de saumure incluses. Étant moins dense que l'eau, elle flotte à la surface de l'océan (tout comme la glace d'eau douce, qui a une densité encore plus faible).

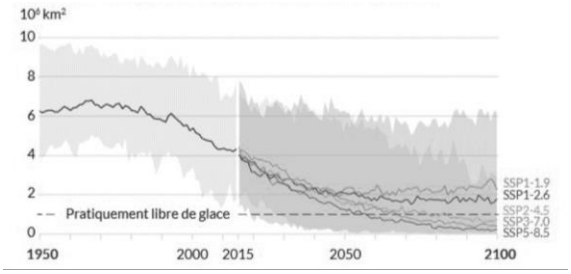


Fragments épars de glace de mer recouverts de neige

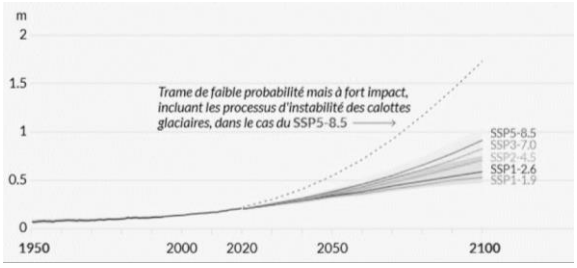
Source : Wikipedia, article « Glace de mer »

Document 3 – Graphiques et projections du GIEC

(a) Étendue de glace de mer de l'Arctique en septembre



(b) Changement du niveau de la mer à l'échelle globale par rapport à 1900



Source : 6ème rapport du GIEC

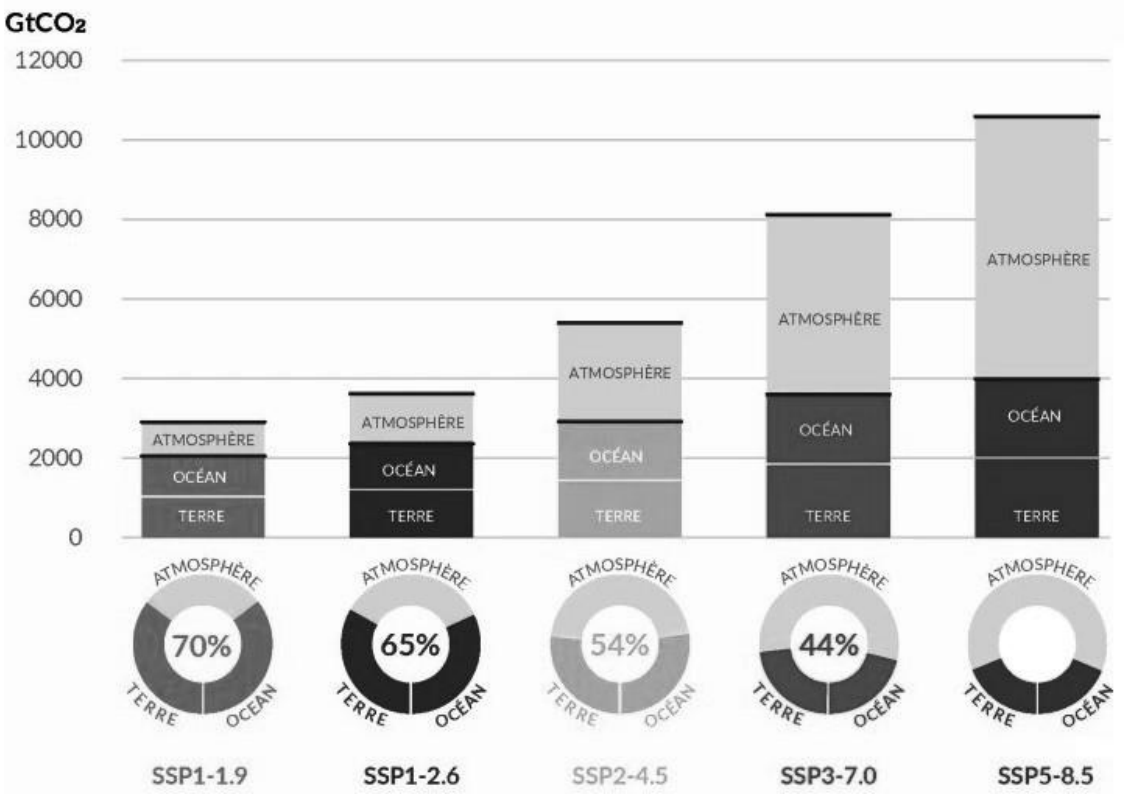
4- Déterminer, avec la précision permise par le graphique, une approximation de la variation, exprimée en pourcentage, de l'étendue de glace de mer de l'Arctique entre septembre 1950 et septembre 2015. Arrondir à l'unité.

5- Montrer que les résultats présentés sur les graphiques du document 1 et du document 3a mettent en évidence une corrélation entre deux grandeurs que l'on précisera. Indiquer, en justifiant, si cette corrélation peut être associée à une relation de causalité ou non.

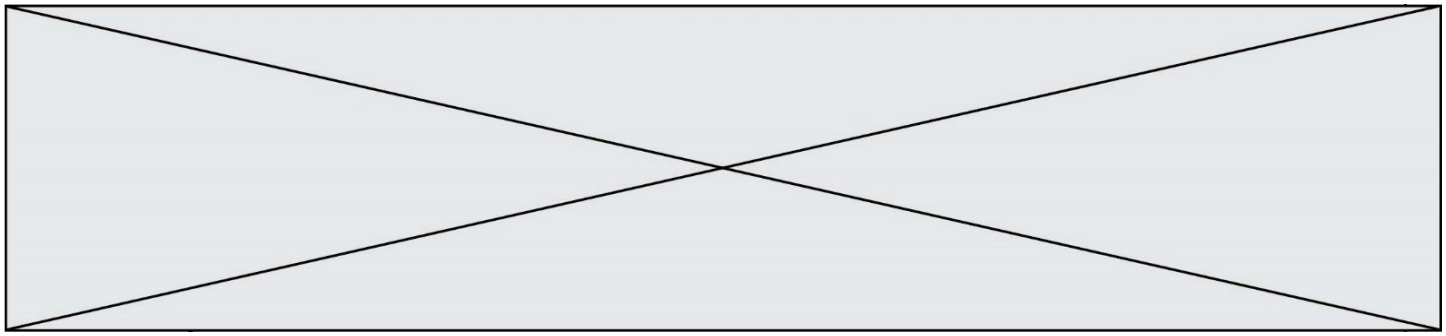
6- Montrer que les résultats présentés sur les graphiques du document 3a et du document 3b mettent en évidence une corrélation entre deux grandeurs que l'on précisera. Indiquer, en justifiant, si cette corrélation peut être associée à une relation de causalité ou non

Partie 3 – Efficacité des puits de carbone

Document 4 – Émissions de CO_2 anthropique cumulées, absorbées d'ici 2100 par les puits de carbone terrestres et océaniques selon les cinq scénarios représentatifs



Source : 6ème rapport du GIEC, résumé pour les décideurs



7- Définir l'expression « émissions de CO_2 anthropique ».

8- Pour le scénario SSP5-8.5, déterminer une valeur approchée du pourcentage des émissions cumulées de CO_2 absorbées par les terres émergées et l'océan. Indiquer le calcul effectué.

9- En vous appuyant sur le document 4 et sur vos connaissances, expliquer l'affirmation suivante figurant dans le rapport du GIEC : « les puits de carbone océaniques et terrestres perdent en efficacité si les émissions de CO_2 augmentent, ce qui amplifie la hausse moyenne des températures ». Pour cela, il conviendra notamment :

- d'expliquer ce qu'est un puits de carbone ;
- de vous appuyer sur des données chiffrées du document 4 ;
- d'expliquer le lien entre les émissions de CO_2 anthropique et le réchauffement climatique.

Exercice 2 (au choix) – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'or : exploitation et conséquences sanitaires

Sur 10 points

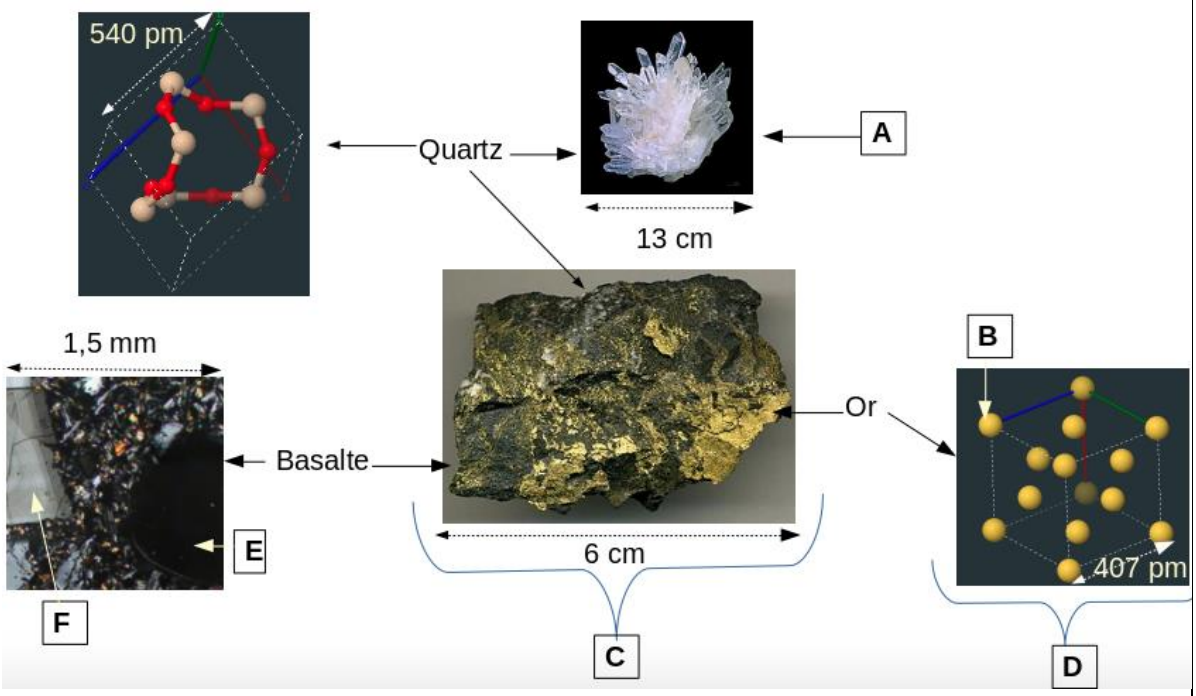
L'objectif de cet exercice est d'étudier la structure cristalline de l'or puis de comprendre en quoi l'exploitation de l'or peut favoriser le développement de troubles neurologiques dans les populations humaines.

Partie 1 – La structure d'un minerai aurifère

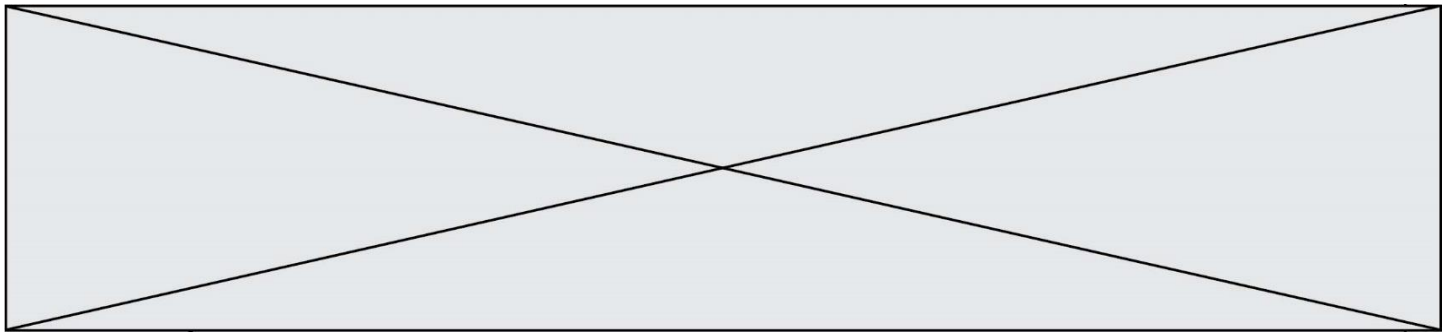
La région d'Ontario au Canada présente de nombreuses mines et notamment des mines d'or, dont la mine Red Lake. C'est de cette mine qu'a été extrait le minerai ci-dessous. Ce minerai est un basalte tholéiitique métamorphisé, dans lequel sont inclus du quartz et de l'or.

D'après https://en.wikipedia.org/wiki/Red_Lake_Mine

Document 1 – Morceau de minerai extrait dans la mine Red Lake (6,6 cm pour son diamètre le plus large) et modélisation de sa composition



Sources : d'après Wikipedia.org, Libmol.org et http://www.macromicrophoto.fr/petrography



1- En vous aidant des propositions ci-dessous et en effectuant un choix, associer la légende adéquate à chacune des lettres A, B, C et D du document 1.

- maille
- atome
- cristal
- molécule
- cellule
- roche

2- Dans ce minerai, identifier la ou les parties cristallines et la ou les parties amorphes parmi les éléments A à F. Justifiez votre réponse à l'aide du document 1 et de vos connaissances.

3- Pour séparer l'or des autres éléments après broyage on peut utiliser leur différence de masse volumique. À l'aide du tableau ci-dessous, justifier qu'une fois en poudre, l'or peut être séparé du quartz. On rappelle la formule permettant de calculer la masse volumique ρ à partir de la masse m et du volume V de l'échantillon :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Document 2 - Les mailles du quartz et de l'or

	Quartz	Or
Formule	SiO_2	Au
Forme de la maille	Hexagonale	Cubique
Masse de la maille	$3{,}0.10^{-25}$ kg	$1{,}3.10^{-24}$ kg
Volume de la maille	$1{,}3.10^{-28}$ m^3	$6{,}7.10^{-29}$ m^3

Partie 2 – Conséquences sanitaires de l'exploitation d'or

L'extraction de l'or nécessite d'utiliser de grandes quantités de cyanure et de mercure. Chez les adultes, les effets d'une exposition importante au mercure se remarquent par des symptômes affectant le système nerveux : des tremblements et des pertes de capacités sensorielles, avec notamment la perte de coordination entre les cellules musculaires et nerveuses, des troubles de la mémoire, et des déficiences intellectuelles. Le mercure est considéré par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme l'un des dix produits chimiques ou groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique.

Document 3 – Les effets du méthylmercure sur les êtres vivants

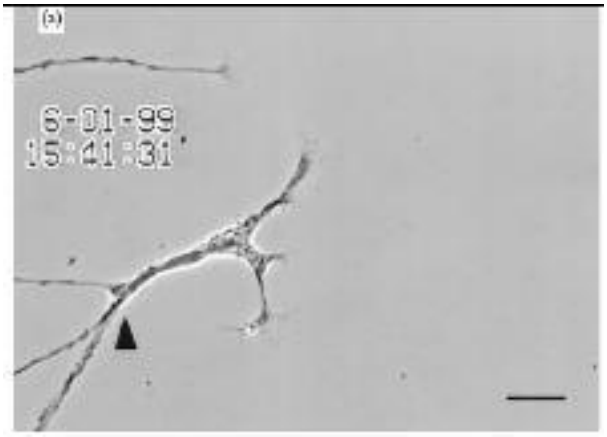
Le cyanure et le mercure, utilisés sans précaution pour l'extraction de l'or, contaminent les sols et les nappes phréatiques à jamais. Même après la fermeture des mines, les gravats traités au cyanure génèrent pendant des décennies des acides sulfuriques toxiques.

Le mercure peut se transformer dans l'environnement en méthylmercure. Ce méthylmercure tend à s'accumuler dans les eaux et dans les espèces aquatiques. […]

Le méthylmercure a la capacité de provoquer une réaction chimique dégradant les [molécules de] phospholipides qui constituent la membrane plasmique. Le méthylmercure peut pénétrer dans la cellule à travers ces membranes et peut se fixer sur certains organites notamment les mitochondries, et sur des protéines cytoplasmiques, dont le fonctionnement est alors altéré. Les cellules nerveuses sont particulièrement touchées.

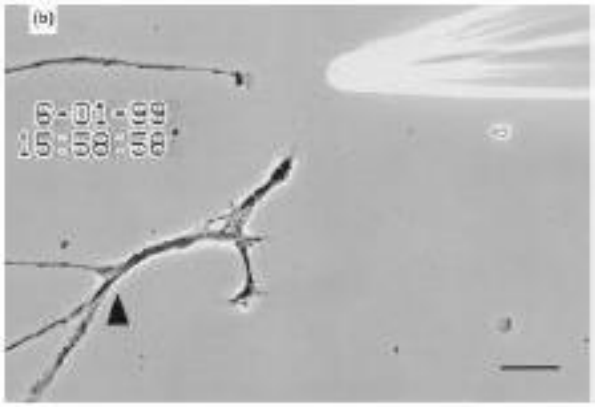
Source : D'après Segall H.J., Wood J.M.(1974). Reaction of methyl mercury with plasmalogens suggests a mechanism for neurotoxicity of metal-alkyls. Nature, 248 : 456-8

Document 4 – Suivi microscopique de la croissance de cellules nerveuses dans différentes conditions (sans et avec exposition au méthylmercure)

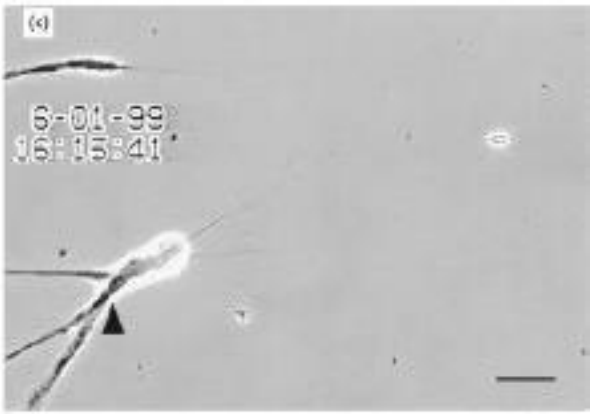


La même cellule nerveuse est suivie, dans différentes conditions environnementales.

a – Avant exposition au méthylmercure.



b– Après une exposition de 10 minutes au méthylmercure.



c – Après une exposition de 40 minutes au méthylmercure.

La barre d'échelle visible en bas à droite des photographies mesure 30 µm.
La flèche noire permet de comparer un même point sur chaque image.

Source : D'après Retrograde degeneration of neurite […] in vitro exposure to mercury, Christopher C. W., Leong et al. – NeuroReport – Décembre 2000

4- À partir de l'exploitation des documents et de vos connaissances :

4-a- Sur votre copie, indiquer dans la liste ci-dessous le ou les éléments des différentes échelles de l'organisme qui sont altérées par le méthylmercure. Justifier.

a. atome

b. molécule

c. organite

d. cellule

e. organisme

4-b- Rappeler le rôle de la membrane plasmique dans le fonctionnement cellulaire normal, puis expliquer comment le méthylmercure le modifie et provoque les symptômes nerveux présentés par les individus fortement exposés au mercure. Une réponse argumentée structurée est attendue. Elle ne doit pas excéder une page.

Exercice 3 (au choix) – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

Mesure de la circonférence de la Terre

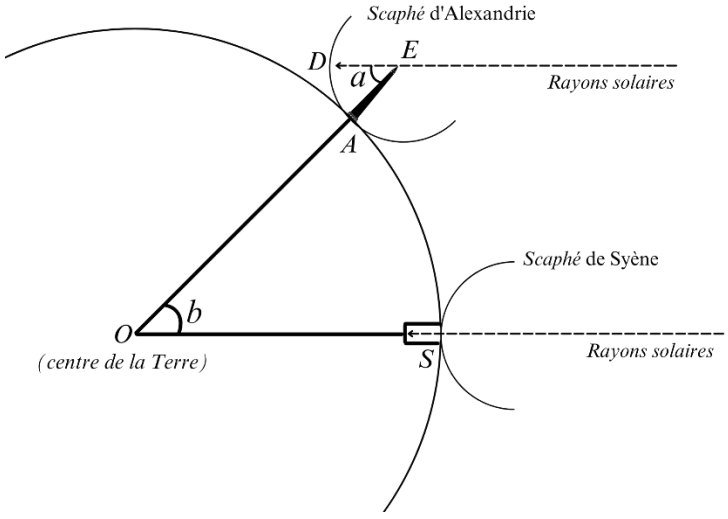
Sur 10 points

Ératosthène de Cyrène est un astronome, géographe, philosophe et mathématicien grec du III^{e} siècle av. J.-C. (né à Cyrène vers 276 av. J.-C. et mort à Alexandrie, en Égypte, vers 194 av. J.-C.). Il est connu pour avoir établi une méthode qui permet d'estimer la mesure de la circonférence de la Terre.

Il avait observé, qu'à midi, lors du solstice d'été, un puits situé à Syène (actuelle Assouan en Égypte) ne projetait aucune ombre, tandis qu'à Alexandrie, plus au nord, au même moment, un obélisque projetait une ombre mesurable.

Les deux villes, situées très proches d'un même méridien, sont à une distance l'une de l'autre estimée à 5 000 stades. (Un stade est une ancienne unité de longueur correspondant à la longueur du stade d'Olympie, soit environ 157,5 mètres).

Document 1 – Modélisation de la démarche expérimentale d'Ératosthène



Le scaphé était un ancien instrument de mesure d'angle, de forme circulaire.

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

Partie 1 – Mesure de la circonférence de la Terre par la méthode d'Ératosthène

À l'aide d'un scaphé, Ératosthène a mesuré que l'angle a correspondait à un cinquantième de tour du scaphé.

1- Montrer que l'angle a mesure environ 7,2°.

2- Convertir la distance entre Alexandrie et Syène en kilomètres.

3- Justifier que les angles a et b du document 1 ont la même mesure.

4- En déduire la circonférence de la Terre en kilomètres.

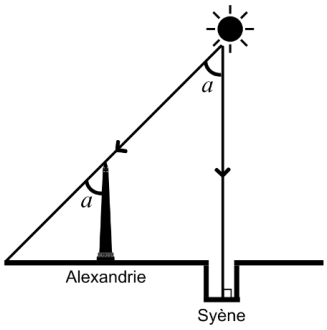
Grâce à des mesures par satellite, on estime aujourd'hui la circonférence de la Terre à 40 075 km.

5- Proposer une source d'erreur possible pour la valeur estimée par Ératosthène.

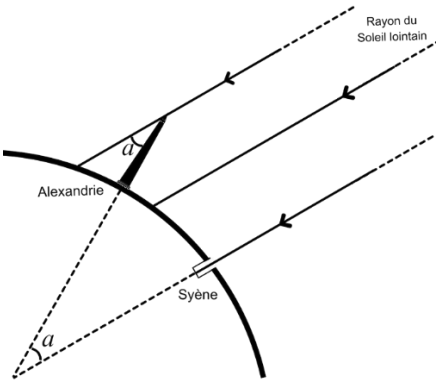
Partie 2 – Construction d'un savoir scientifique

Quelques siècles avant Ératosthène, Anaxagore de Clazomènes (né à Clazomènes, en Turquie, vers 500 av. J.-C. et mort à Lampsaque, en Turquie également, en 428 av. J.-C.) avait effectué les mêmes mesures pour en déduire la distance entre la Terre et le Soleil, qu'il avait alors estimée à environ 6 500 km.

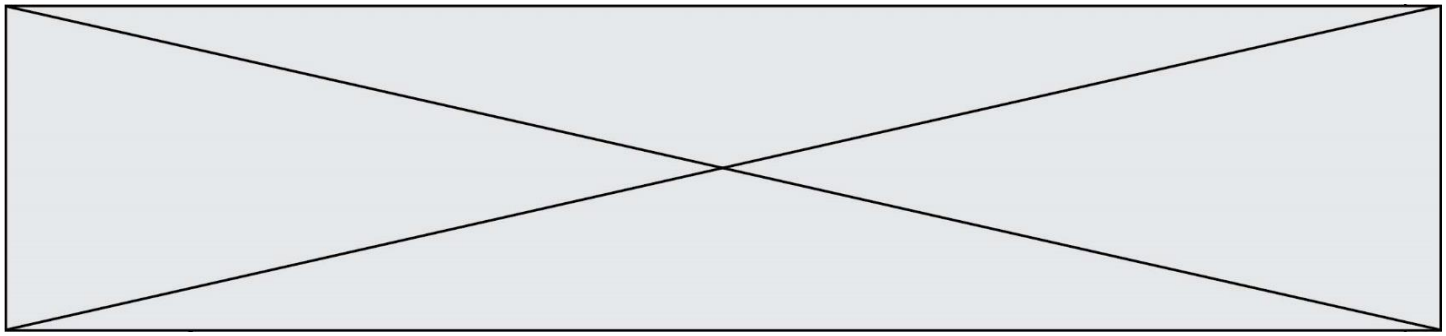
Document 2 – Présentation des méthodes d'Anaxagore et d'Ératosthène au solstice d'été à midi



Modélisation de la méthode d'Anaxagore



Modélisation de la méthode d'Ératosthène



6- Comparer les deux modélisations (observations, hypothèses, mesures réalisées, mesure obtenue) présentées dans le document 2.

La pratique de la démarche scientifique concourt à la mise en cohérence de faits, à l'identification de paramètres pertinents, à l'élaboration de concepts et à la construction de modèles et de théories.

7- Expliquer en quoi la méthode d'Ératosthène, pour établir la mesure de la circonférence de la Terre, est un exemple de démarche scientifique.