



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Une élévation inquiétante du niveau des océans

Sur 10 points

Le but de cet exercice est d'évaluer l'élévation de température de la couche supérieure de l'océan et son impact sur la hausse du niveau de l'eau.

Partie 1. Étude de l'élévation de la température de la couche supérieure des océans

L'océan joue un rôle majeur dans le changement climatique en raison de sa grande masse et de sa capacité thermique élevée par rapport à l'atmosphère. De plus, en raison d'un albédo très bas, il absorbe le rayonnement solaire beaucoup plus facilement que la glace.

D'après GIEC - Climate Change 2013: The Physical Science Basis

Données :

- La Terre peut être assimilée à une sphère dont 71 % de la surface est recouverte par les océans.
- Le rayon moyen de la Terre est $R = 6\,371$ km.
- La surface d'une sphère est $S = 4 \times \pi \times R^2$.
- La masse volumique de l'eau de mer est $\rho = 1,02 \cdot 10^3$ kg. m⁻³.

1. Calculer la surface S des océans sur Terre en m².

2. L'élévation de température des océans concerne essentiellement la couche superficielle d'une profondeur $h = 300$ m.

Vérifier que le volume V de cette couche superficielle est de l'ordre de 1×10^{17} m³.

3. À partir du document 1 suivant, estimer l'énergie E emmagasinée par la couche supérieure des océans entre 1970 et 2010.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



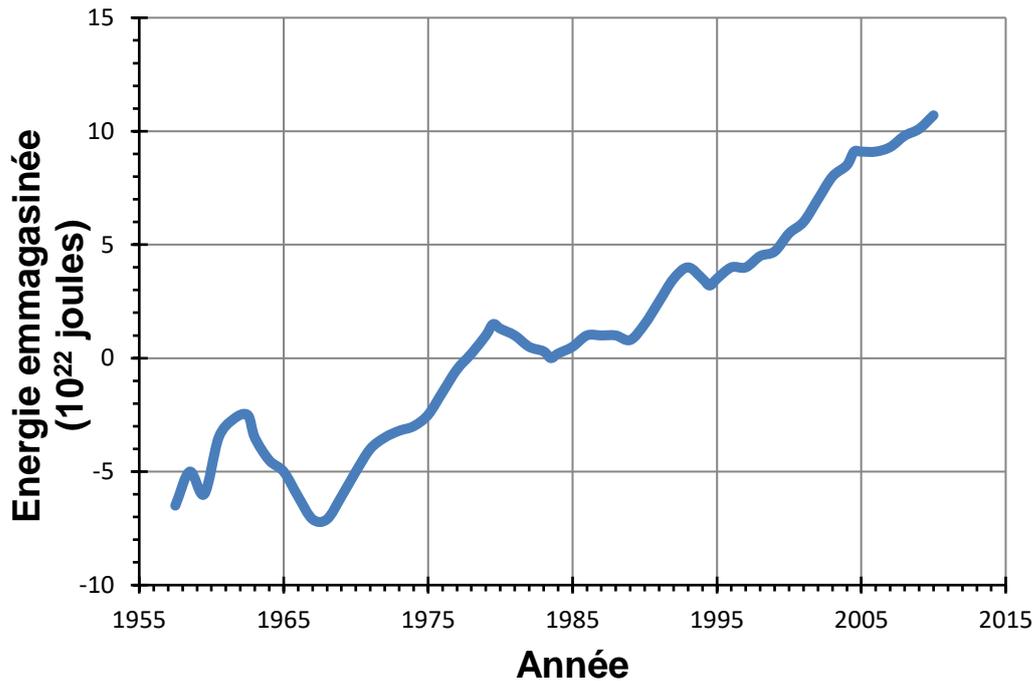
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 1. Estimation de l'énergie thermique accumulée par la couche supérieure (0-700 m) des océans entre 1955 et 2013



D'après <https://www.nodc.noaa.gov>

4. Lorsque l'eau emmagasine de l'énergie par transfert thermique, et s'il n'y a pas de changement d'état, sa température augmente. La variation d'énergie stockée, ΔE , peut-être reliée à la variation de température par la relation $\Delta E = m \times c \times \Delta T$ avec

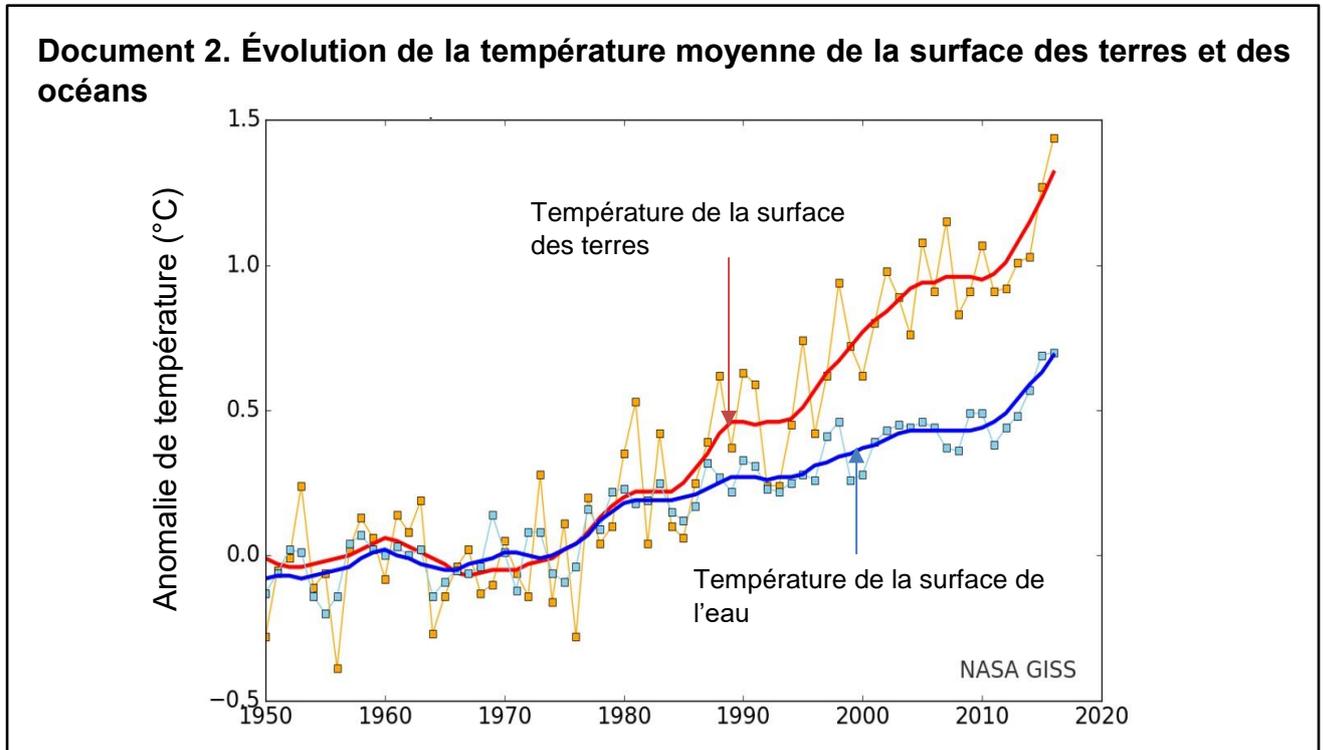
m : masse d'eau, en kilogrammes (kg)

ΔT : variation de température, en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

ΔE : variation d'énergie stockée, en joules (J)

c : capacité thermique de l'eau ; $c = 3,98 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ pour l'eau de mer.

4.a. Calculer l'élévation de température de la couche supérieure de l'océan entre 1970 et 2010.



4.b. Indiquer si la valeur obtenue est en accord avec les observations du document 2.

Partie 2. Étude de la dilatation thermique de l'océan

5. Lorsqu'un corps s'échauffe, son volume change. Le coefficient de dilatation β caractérise cette évolution.

Dans le cas de l'océan, on admet que seule la hauteur de la couche superficielle évolue alors que la surface reste inchangée.

Pour une augmentation de température ΔT , on a la relation :

$$\frac{\Delta h}{h} = \beta \times \Delta T$$

h étant la hauteur initiale et Δh sa variation.

Le coefficient de dilatation de l'eau de mer est $\beta = 2,6 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ à $15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

5.a. En prenant en compte une élévation de température de la couche superficielle (d'épaisseur $h=300 \text{ m}$) de l'océan de $0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ entre 1970 et 2010, calculer l'élévation du niveau de la mer provoquée par cet échauffement.

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 :

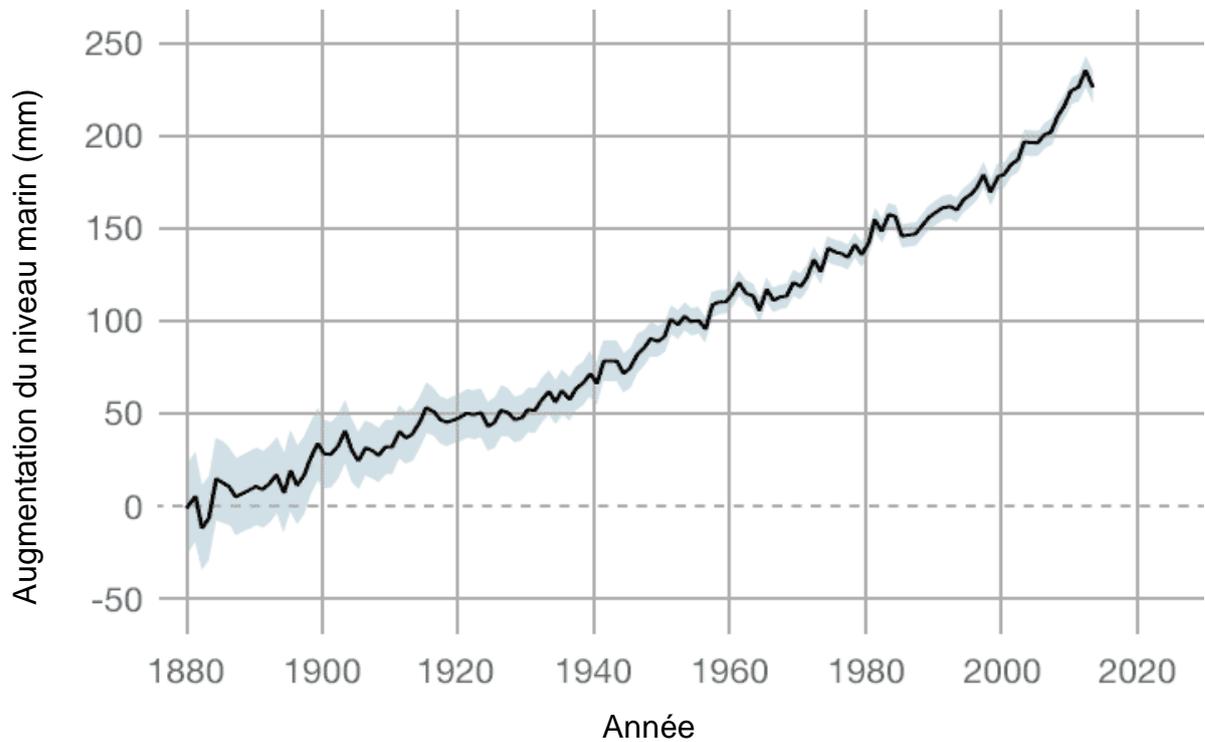
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

5.b. À l'aide du document 3 suivant, estimer l'élévation du niveau de la mer entre 1970 et 2010.

5.c. Indiquer un autre facteur intervenant dans l'élévation du niveau de la mer et expliquant l'écart entre les précédentes valeurs obtenues.

Document 3. Augmentation du niveau de la mer entre 1880 et 2016



D'après <https://climate.nasa.gov>



Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

Le parc de Yellowstone : un laboratoire grandeur nature pour l'étude des populations

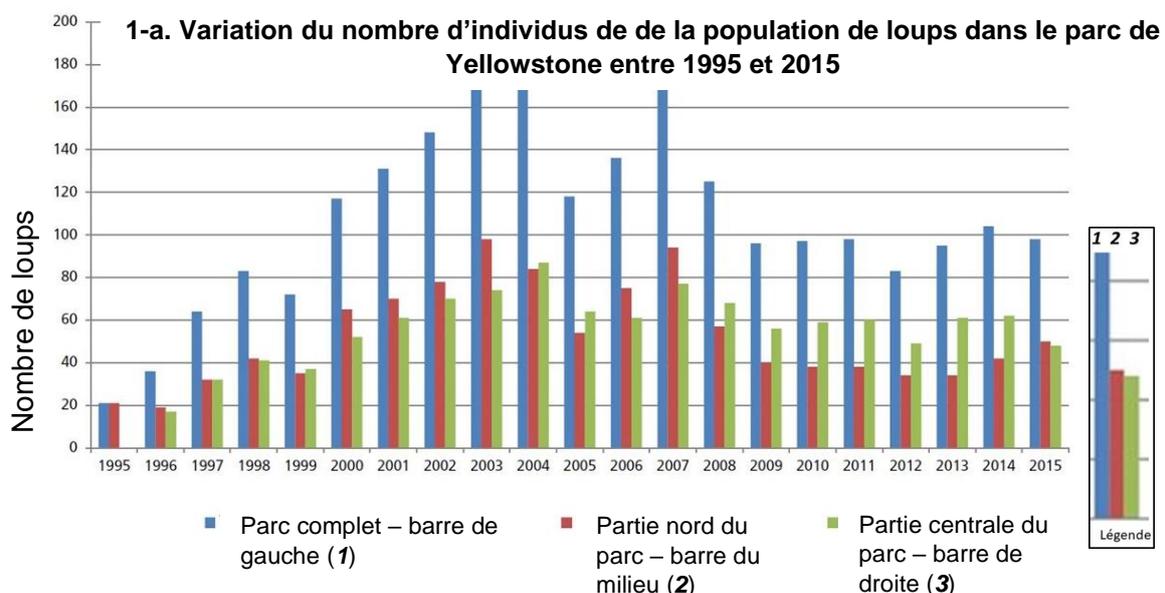
Sur 10 points

Le loup était autrefois le principal prédateur dans le célèbre parc national américain de Yellowstone, mais la population de loups a été éradiquée dans les années 1920. Tout l'écosystème a été modifié par cette disparition, en particulier la population de grands ongulés herbivores (élan, bison, cerf de Virginie, wapiti, antilope pronghorn, mouton d'Amérique et chèvre de montagne) dont l'expansion est devenue rapide. En 1995, 14 loups gris ont été réintroduits dans le parc de Yellowstone.

On cherche à comprendre les conséquences de cette réintroduction.

Partie 1 - Démographie des populations de loups et d'élans dans le parc de Yellowstone

Document 1 : Variation du nombre d'individus de la population de loups (a) et d'élans (b) dans le parc de Yellowstone depuis leur introduction jusqu'en 2015



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



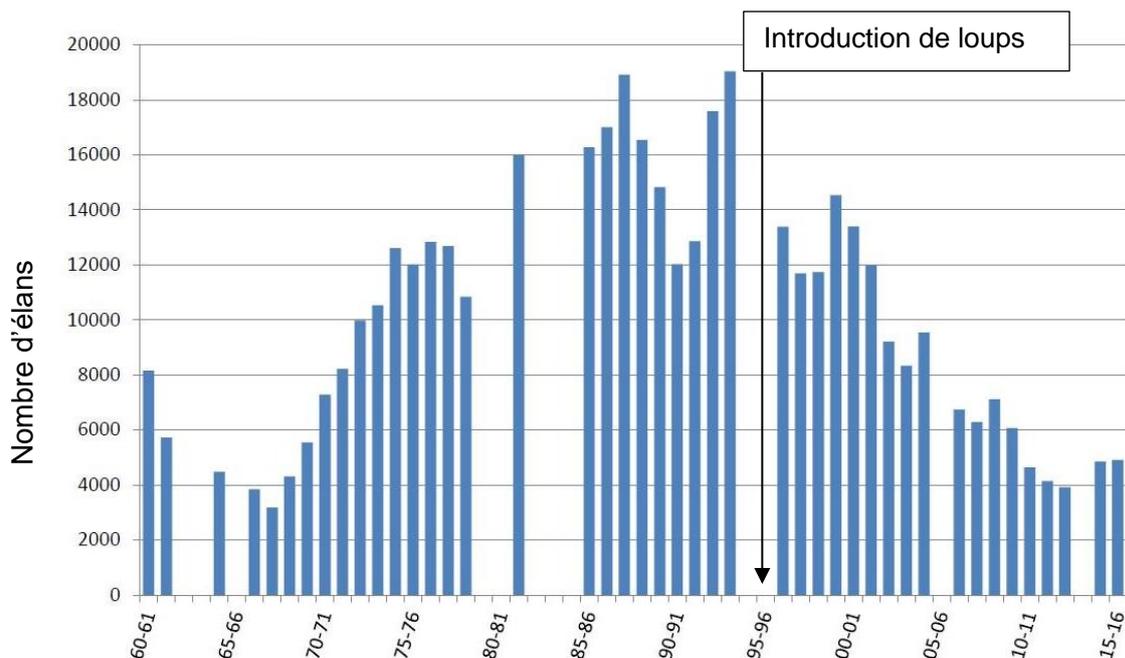
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

1-b. Variation du nombre d'individus de la population d'élans en hiver dans la partie Nord du parc entre 1960 et 2015



Les années sont indiquées par les deux derniers chiffres.

Clé de lecture :

• 60 - 61 : 1960 – 1061

• 00 - 01 : 2000 - 2001

Remarque : le comptage des élans n'a pas pu être effectué pendant certains hivers contrairement à celui des loups.

<https://www.nps.gov/yell/learn/ys-24-1-wolf-restoration-in-yellowstone-reintroduction-to-recovery.htm>

1. À partir de l'exploitation du document 1 mis en relation avec vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

1.1. Entre une suite arithmétique et une suite géométrique, indiquer laquelle pourrait permettre de modéliser au mieux la variation globale du nombre d'individus de la population de loups durant les 8 premières années entre 1995 et 2003 (aucun calcul n'est attendu).

1.2. Formuler une hypothèse permettant d'expliquer la variation du nombre d'individus de la population de loups depuis 2003.



Partie 2 - Évolution génétique des populations de loups

Document 2 : Étude génétique de la population de loups dans le parc de Yellowstone

La couleur du pelage des loups est liée à l'expression d'un gène qui existe sous deux formes : l'allèle K et l'allèle k. Les génotypes des loups ont été étudiés :

Génotype	(K//K)	(K//k)	(k//k)	Total
Nombre de loups	31	321	413	765
Couleur du pelage	Noir	Noir	Gris	
Fréquence observée	0,04	0,42	0,54	1

On peut calculer la fréquence p de l'allèle K dans la population et la fréquence q de l'allèle k ($q=1-p$).

2. Expliquer en quoi les données du document 2 permettent de dire que la population actuelle n'est pas issue uniquement des loups gris introduits en 1995.
3. Calculer les fréquences (notées p et q) de chacun des allèles du gène responsable de la couleur dans la population actuelle.
4. Indiquer sur votre copie la lettre correspondant à la proposition exacte :
Si la population de loups respecte le modèle de Hardy-Weinberg, à la génération suivante :
 - a. La fréquence de l'allèle K sera plus élevée qu'actuellement.
 - b. La fréquence de l'allèle k sera plus élevée qu'actuellement.
 - c. La fréquence de chaque allèle restera constante.
 - d. La fréquence des deux allèles n'est pas prévisible.
5. En supposant que cette population respecte la loi de Hardy-Weinberg, calculer les fréquences génotypiques attendues à la génération suivante, en utilisant les données suivantes :
 $f(\text{génotype } K//K) = p^2$; $f(\text{génotype } k//k) = q^2$; $f(\text{génotype } K//k) = 2pq$.
6. À partir du document 3 suivant, prouver que le modèle de Hardy-Weinberg n'est pas utilisable pour prévoir l'évolution de cette population de loups.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



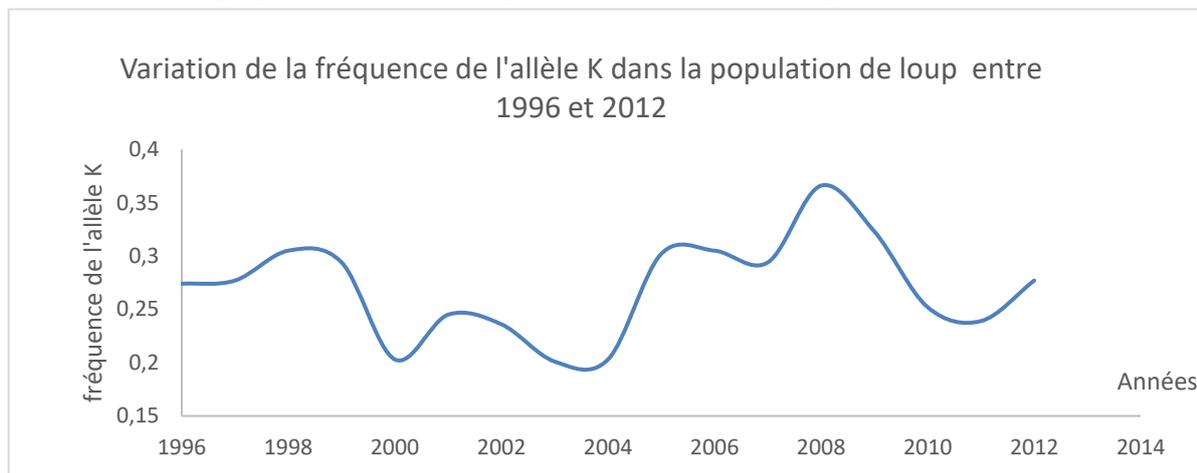
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 3 : Variation de la fréquence de l'allèle K (données issues du suivi des populations de loups entre 1996 et 2012)



Données issues du « Journal of Heredity, Volume 105, Issue 4, July-August 2014, Pages 457–465 »

Couleur	Gris	Noir	Noir
Génotype	k//k	K//k	K//K
Taux de survie annuel * (en %)	75	77	47
Succès reproducteur moyen au cours de la vie ** (en nombre de descendants par individu)	1,83	2,35	0,031

* Le taux de survie annuel est égal au pourcentage d'individus survivants au bout d'un an.

** Le succès reproducteur correspond à la capacité d'un individu à diffuser ses gènes dans la population. Il se mesure par le nombre de ses descendants qui se reproduisent à leur tour.