



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

Des moustiques résistants en Belgique

Sur 10 points

L'émergence du virus du Nil occidental et du virus Usutu en Europe présente un risque important pour la santé publique. En l'absence de traitements antiviraux ou de vaccins efficaces, la seule stratégie pour contrôler ces virus vise le moustique qui les transmet à l'être-humain : un moustique du genre Culex.

Cependant, la lutte contre les moustiques par l'emploi d'insecticides peut conduire à la sélection d'individus résistants. Ce phénomène de sélection naturelle réduit beaucoup l'efficacité des interventions de lutte anti vectorielle basées sur les insecticides. On s'intéresse à la résistance aux insecticides développée par certains moustiques dans la région de Louvain, en Belgique.

Document 1 – Fréquences génotypiques des moustiques obtenus sur le site 1 de Louvain calculées sur une population totale de huit moustiques

Génotype	L/L	F/L	F/F
Fréquences génotypiques observées	75 % (6 individus)	12,5 % (1 individu)	12,5 % (1 individu)

Source : d'après Wang et al. 2022

Rappel du modèle de Hardy-Weinberg :

Soient A1 et A2 deux allèles d'un même gène, avec p la fréquence de l'allèle A1 et q la fréquence de l'allèle A2 et $p + q = 1$, les fréquences génotypiques sont :

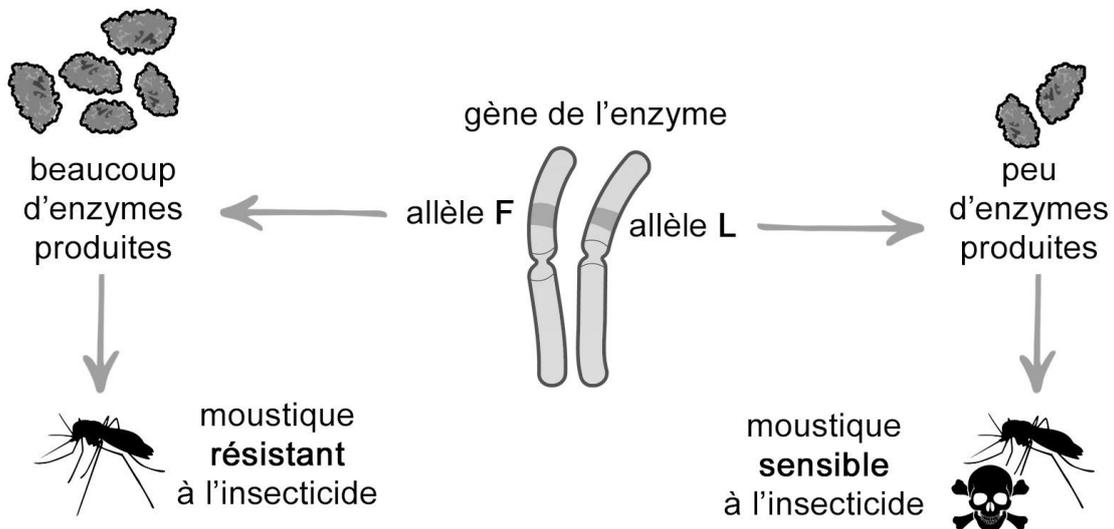
- p^2 = fréquence du génotype (A1//A1) ;
- $2pq$ = fréquence du génotype (A1//A2) ;
- q^2 = fréquence du génotype (A2//A2).



Document 2 – Informations génétiques liées à la résistance des moustiques

L'étude du génome des moustiques dans la région de Louvain a montré que les moustiques possédaient un gène codant une molécule (enzyme), sous deux allèles :

- l'allèle F (résistance) conférant la capacité de résister aux insecticides ;
- l'allèle L (sensible).



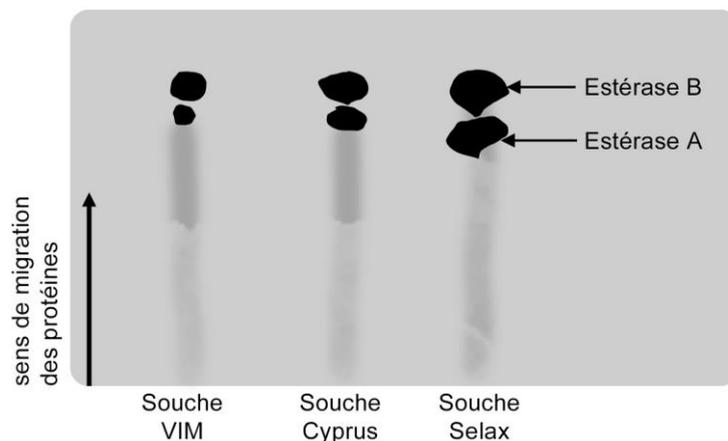
La plupart des insecticides utilisés ont pour rôle d'altérer le fonctionnement du système nerveux du moustique, provoquant sa mort. L'enzyme du moustique résistant va permettre de transformer l'insecticide en des molécules non toxiques pour le moustique.

Source : d'après Wang et al. 2022.



Document 3 – Production d'enzymes par différentes souches de moustiques

Les **estérases** sont des enzymes qui hydrolysent les liaisons chimiques, notamment celles des insecticides. Une équipe de recherche s'est intéressée aux estérases présentes chez le moustique *Culex sp.* Chaque flèche indique un dépôt protéique issu d'un moustique d'une souche particulière. La surface des taches est proportionnelle à la concentration en protéines. Par conséquent, plus la tâche est importante plus la concentration d'enzyme produite par la souche de moustique est importante.



Résultats simplifiés d' électrophorèse de deux enzymes (estérase B et Estérase A) issues de moustiques *Culex sp.*

Source : d'après M. Poirié. 1992. *Biochem. Genet*

- 1- À l'aide des données du document 1, calculer les fréquences alléliques de L et F dans la population de moustique du site 1.
- 2- À l'aide des données du document 1, vérifier que la structure génétique de la population du site 1 n'est pas à l'équilibre de Hardy-Weinberg. Pour ce faire, on comparera les fréquences génotypiques observées dans la population de moustique aux fréquences génotypiques que l'on calculera selon le modèle de Hardy-Weinberg.
- 3- À l'aide du document 2, proposer des raisons pour lesquelles la structure génétique de la population de moustique n'est pas à l'équilibre de Hardy-Weinberg.
- 4- D'après les documents 2 et 3, identifier la souche de moustique la plus résistante entre *VIM*, *Cyprus* et *Selax*, ainsi que les conséquences en matière de santé publique. Justifier.

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 :									
 <small>Liberté • Égalité • Fraternité</small> <small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
	Né(e) le :			/			/													

1.1

Exercice 2 – 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 beaucoup plus le rayonnement solaire que la glace.

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

Données :

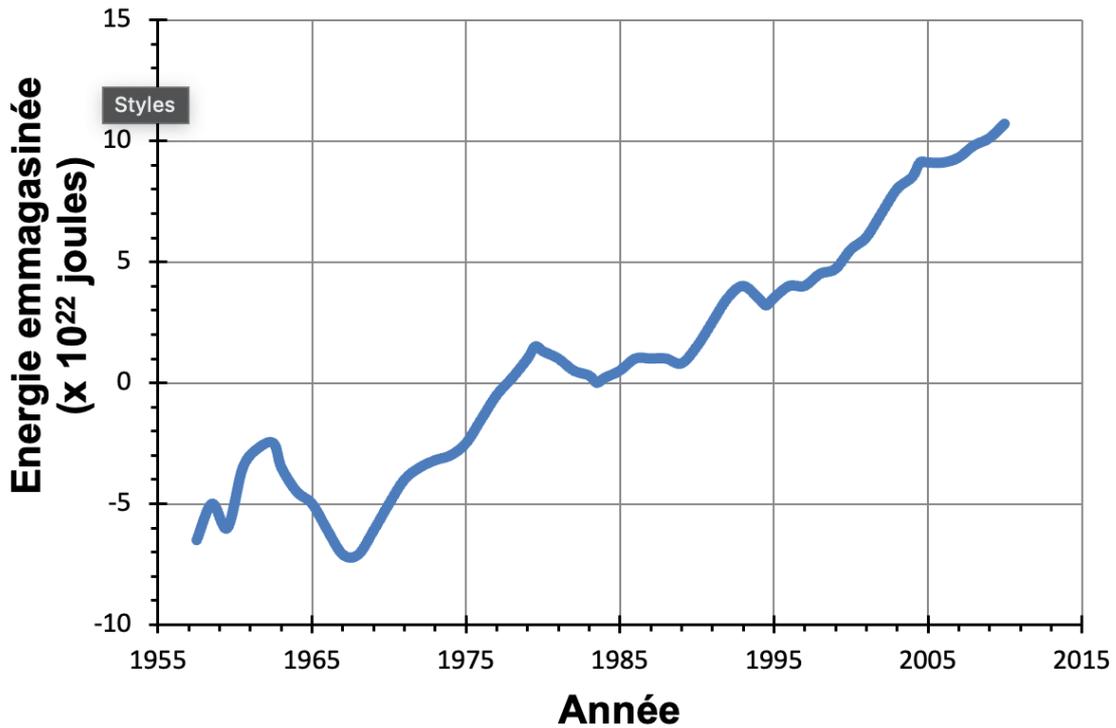
- La Terre peut être assimilée à une sphère dont 71 % de la surface est recouverte par les océans.
- Le rayon moyen de la Terre est $R = 6371$ km.
- La surface d'une sphère est $S = 4 \times \pi \times R^2$.
- La masse volumique de l'eau de mer est $\rho = 1,02 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- Volume de la couche supérieure des océans $1 \times 10^{17} \text{ m}^3$.

1- Calculer la surface S des océans sur Terre en km^2 .

2- L'élévation de température des océans concerne essentiellement la couche supérieure. À partir du document 1 suivant, estimer l'énergie E emmagasinée par la couche supérieure des océans entre 1970 et 2010.



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



Source : d'après <https://www.nodc.noaa.gov>

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.

- 3- Calculer l'élévation de température de la couche supérieure de l'océan entre 1970 et 2010.
- 4- Indiquer si la valeur obtenue est en accord avec les observations du document 2 page suivante.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



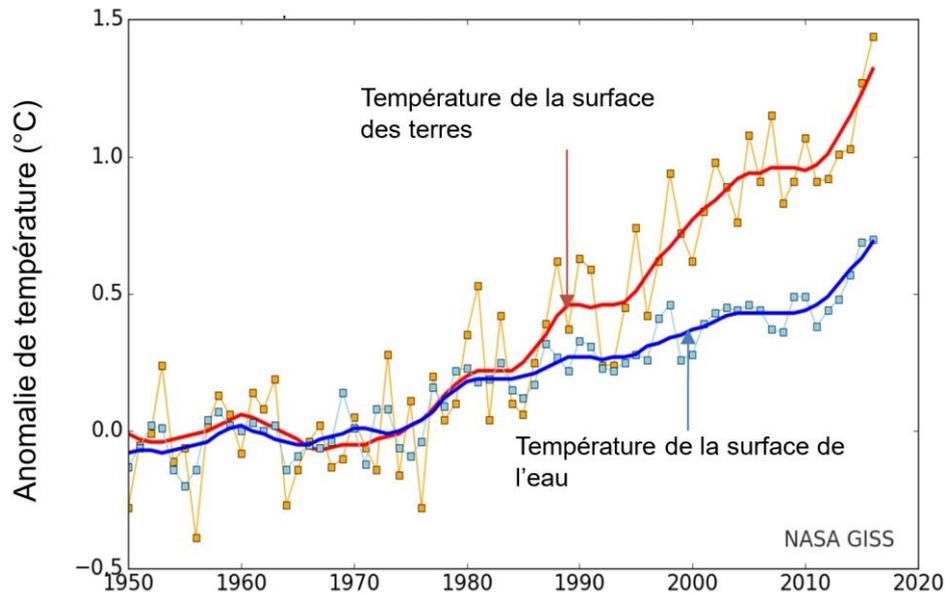
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2 – Évolution de la température moyenne de la surface des terres et des océans



Source : <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/#>

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

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.

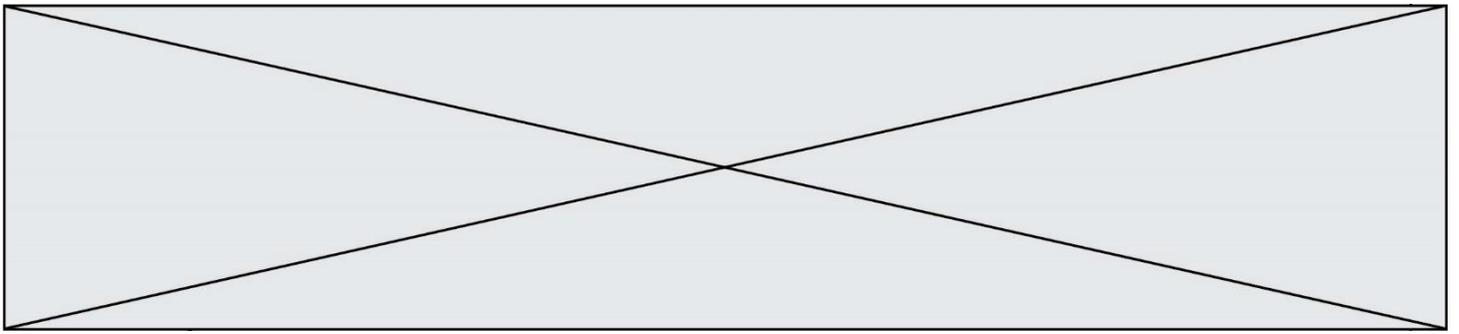
Pour une augmentation de température ΔT , on a la relation :

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

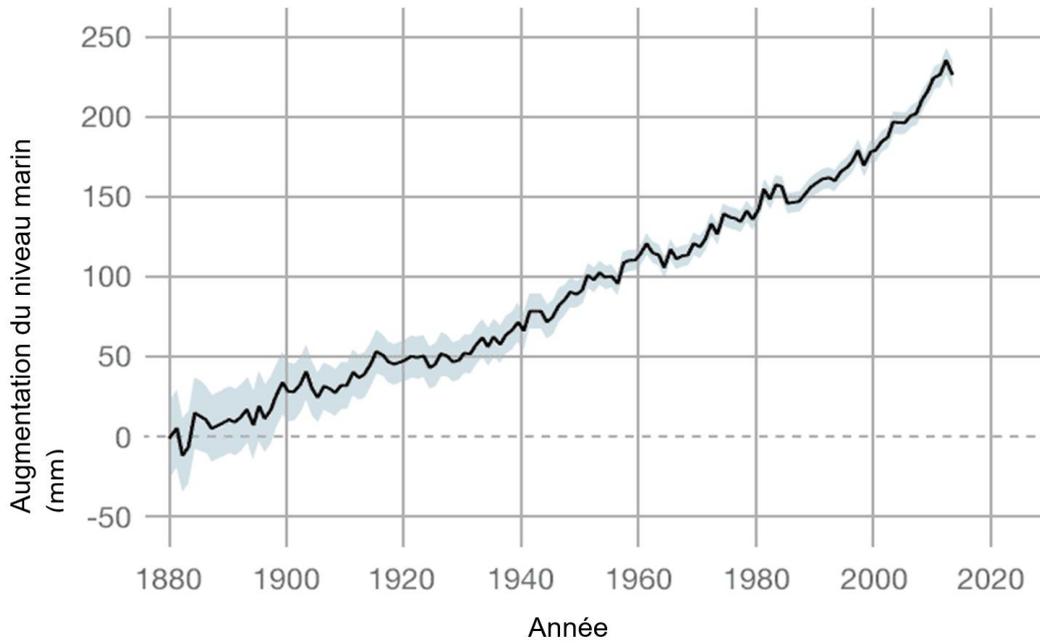
Δh étant la variation de la hauteur h , et h la hauteur initiale.

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



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



Source : d'après <https://climate.nasa.gov>

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