



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

Sélection naturelle chez l'escargot des haies

Sur 10 points

L'escargot des haies, *Cepaea nemoralis*, une espèce d'escargot fréquente en Europe, présente une grande variété d'aspect de coquille. Les coquilles peuvent avoir une couleur jaune ou bien rose/rouge, elles peuvent être munies de bandes sombres ou complètement dépourvues de bandes. Ces caractères sont génétiquement déterminés.

Le gène B détermine le caractère « bandes » : l'absence de bandes sur la coquille est liée à l'allèle B^o qui est dominant, alors que la présence de bandes est liée à l'allèle B^b qui est récessif. Ces caractères sont facilement observables et peuvent être utilisés pour l'étude des populations dans le cadre des sciences participatives (programme scientifique conduit en partenariat entre des citoyens observateurs et un laboratoire de recherche).

Document 1 – La variété des coquilles dans les populations de *Cepaea*



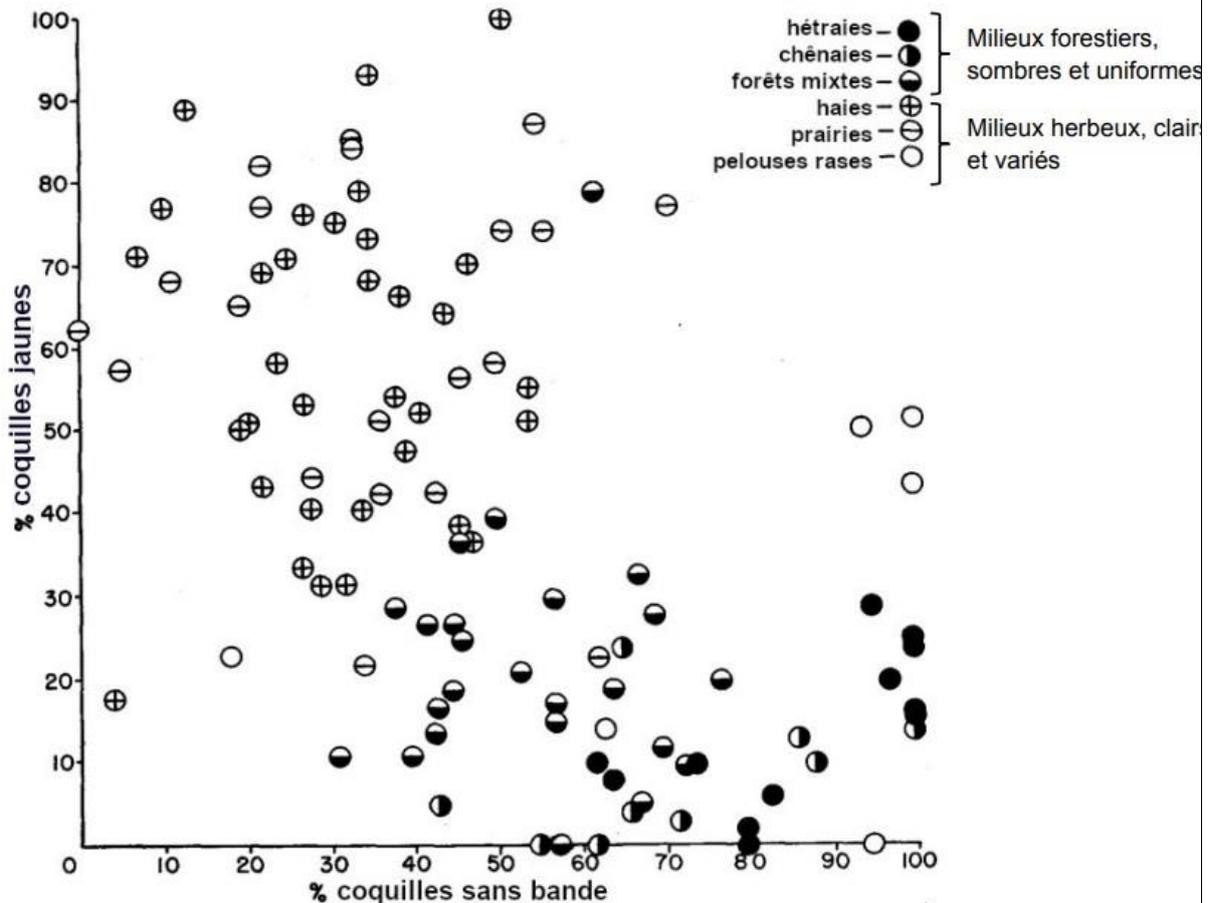
Source : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grove_snail_Cepaea_nemoralis,_showing_color_and_banding_polymorphism.jpg



Des études sur la diversité des escargots des haies ont été réalisées sur des populations de différents environnements : environnements forestiers sombres et uniformes (hêtraie, chênaies et forêts mixtes) et environnements ouverts, clairs et variés (haies, prairies et pelouses).

Document 2 – Diagramme présentant les différents aspects des coquilles d'escargots des haies selon l'environnement étudié

Le diagramme indique pour chaque terrain étudié la proportion d'individus à coquilles jaunes (sur l'axe vertical) et sans bandes (sur l'axe horizontal).



Source : d'après Cain et Sheppard, *Natural selection in Cepaea*, *Genetics*, 1953
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1209639/pdf/89.pdf>



- 1- En vous appuyant sur les données précédentes, recopier la ou les bonnes proposition(s) parmi la liste suivante :
- les escargots jaunes sans bande n'appartiennent pas à la même espèce que les escargots jaunes à bandes ;
 - les escargots présentant des bandes ont l'allèle Bb en deux exemplaires ;
 - dans les milieux forestiers, les escargots à coquille jaune sont plus abondants que les escargots à coquille rose/rouge ;
 - dans les milieux forestiers, les escargots possèdent principalement une coquille rose/rouge et dépourvue de bandes.

**Document 3 – Étude de la prédation dans le cas des escargots des haies
*Cepaea nemoralis***

Un des prédateurs de l'escargot des haies est la grive musicienne *Turdus philomelos* qui repère ses proies à vue. Après les avoir repérés, la grive les frappe sur des objets tels que des pierres ou bouts de bois afin de les casser. Ces pierres ou bouts de bois sont nommés des "enclumes". Au pied d'une enclume à grive, on peut trouver une multitude de fragments de coquilles correspondant aux escargots mangés par les grives. En reconstituant les coquilles cassées on peut obtenir un échantillon et le comparer à un échantillon représentatif de la population locale d'escargots vivants. Des résultats obtenus dans une forêt mixte sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau des effectifs d'escargots des haies (d'après Cain et Sheppard 1954)

	Effectif de l'échantillon	Effectif des escargots à coquille à bandes	Proportion de coquilles à bande (%)
Dans la population locale d'escargots vivants	560	264	47,1
Parmi les coquilles trouvées auprès des enclumes	863	486	56,3

Source : d'après https://ressources.unisciel.fr/intro_biology_evolution/co/grain_4_1_1_3.html

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.)

Né(e) le : / /

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Document 4 – Rappel du modèle d'Hardy-Weinberg

Dans une population à l'équilibre 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 :

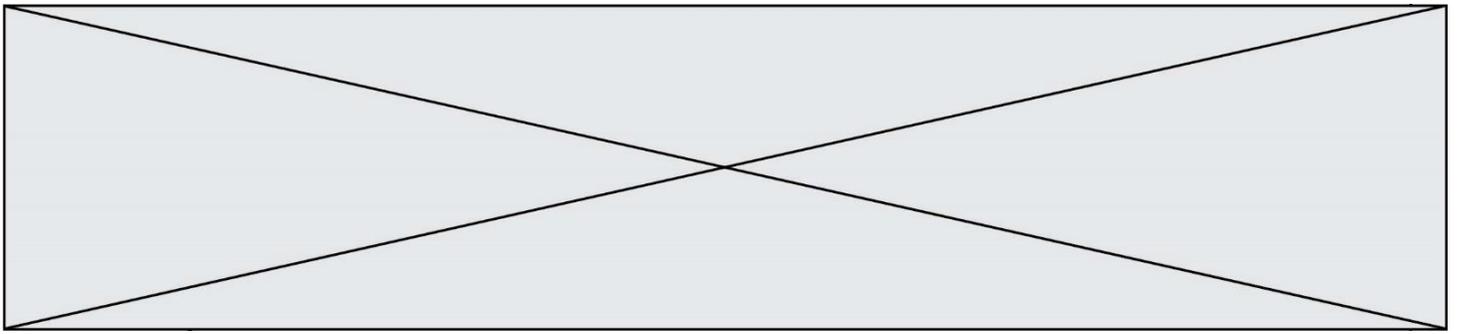
- p^2 = fréquence du génotype (A1//A1)
- $2pq$ = fréquence du génotype (A1//A2)
- q^2 = fréquence du génotype (A2//A2)

- 2- Indiquer le calcul permettant de retrouver qu'environ 47,1 % de l'échantillon représentatif de la population locale d'escargots vivants est composé d'escargots à bandes.
- 3- Dans cette question, on fait l'hypothèse que la population locale d'escargots suit le modèle d'Hardy-Weinberg. Déterminer, selon ce modèle, la fréquence de l'allèle B^b dans cet échantillon représentatif de la population locale, puis en déduire la fréquence de l'allèle B^o dans ce même échantillon. Les réponses seront données au millième près.

La proportion de coquilles à bande est plus élevée parmi les coquilles trouvées auprès des enclumes que dans l'échantillon représentatif de la population locale.

On admet que les bornes de l'intervalle de fluctuation au seuil de 95 % de la proportion de coquilles à bande dans la population locale d'escargots vivants peuvent être données par les formules $p - \frac{1}{\sqrt{n}}$ et $p + \frac{1}{\sqrt{n}}$ où n désigne l'effectif de l'échantillon représentatif de la population locale et p la proportion d'escargots à bande présents dans cet échantillon.

- 4a- Justifier que l'intervalle [0,428 ; 0,514] est un intervalle de fluctuation au seuil de 95 % de la proportion de coquilles à bande dans la population locale d'escargots vivants.
- 4b- Déterminer alors si l'écart entre la proportion d'escargots à bande dans l'échantillon représentatif de la population locale et la proportion d'escargots à bande dans l'échantillon constitué à partir des coquilles trouvées auprès des enclumes est significatif.



- 4c-** Indiquer, avec un risque d'erreur à préciser, si les coquilles trouvées auprès des enclumes permettent de constituer un échantillon représentatif de la population locale.
- 5a-** Rappeler les conditions d'application du modèle d'Hardy Weinberg.
- 5b-** Proposer une hypothèse explicative à la différence de proportion des escargots à bandes dans la population locale et dans les coquilles retrouvées près des enclumes qui justifierait que le modèle d'Hardy-Weinberg ne peut pas être appliqué dans cette situation.
- 6-** Justifier d'un point de vue statistique, l'intérêt de la mobilisation des citoyens dans le cadre des sciences participatives en lien avec l'étude des populations des escargots des haies.

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.)

Né(e) le : / /



1.1

Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

Barrage de Petit-Saut : une production d'énergie verte en Guyane ?

Sur 10 points

La Guyane est une collectivité territoriale unique française située en Amérique du Sud. Couverte presque entièrement d'une vaste forêt tropicale humide, elle abrite environ la moitié de la biodiversité française.

La programmation pluriannuelle de l'énergie planifie la stratégie énergétique du territoire avec des objectifs d'autonomie énergétique et d'augmentation de la part des énergies renouvelables. Elle est co-élaborée par l'État et la Collectivité Territoriale de Guyane. Dans un cadre de besoins croissants en électricité et lors du débat public entourant la rédaction de cette programmation, il a été abordé l'opportunité de construire un second grand barrage hydroélectrique. Le premier grand barrage hydroélectrique étant celui de Petit Saut mis en service en 1994 sur le fleuve Sinnamary. La discussion de cette opportunité a fait naître un débat autour de la question « Peut-on considérer un grand barrage hydroélectrique en forêt tropicale humide comme une source d'énergie électrique verte ? ». Une source d'énergie électrique verte étant ici entendue comme étant sans impact environnemental.

Dans le sujet ci-après, on étudie les apports que peut offrir la Science à ce type de questionnement. L'analyse se base sur une partie des données acquises lors de la construction et du fonctionnement du barrage de Petit Saut. Par la suite une étude technique du fonctionnement de ce moyen de production sera faite.

Document 1 – La construction de la centrale hydroélectrique de Petit-Saut

Le barrage de Petit-Saut mesure 740 m de long et 47 m de haut. Il stocke 3,5 milliards de m³ d'eau. Il est composé de 4 turbines Kaplan pour une puissance installée de 116 MW et une production annuelle moyenne de 560 GWh (1 Giga équivaut à 10⁶ unités).

Source : d'après fr.wikipedia.org/wiki/Barrage_de_Petit-Saut



Document 2 – La consommation électrique moyenne d'un habitant en France métropolitaine et Outre-mer de 2016 à 2020



Source : Données RTE, décembre 2021.

La consommation électrique annuelle dans toute la France est évaluée à environ 473 TWh. Influencée par les besoins résidentiels, industriels et commerciaux, cette consommation est inégalement répartie selon les saisons et les périodes de l'année.

La baisse occasionnelle des consommations électrique en 2020 est justifiée par la crise sanitaire.

En Guyane, la consommation moyenne annuelle est de 2761 KWh/an/habitant selon l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie).

Source : d'après RTE

Document 4 – Les conséquences du barrage sur les écosystèmes forestiers et aquatiques

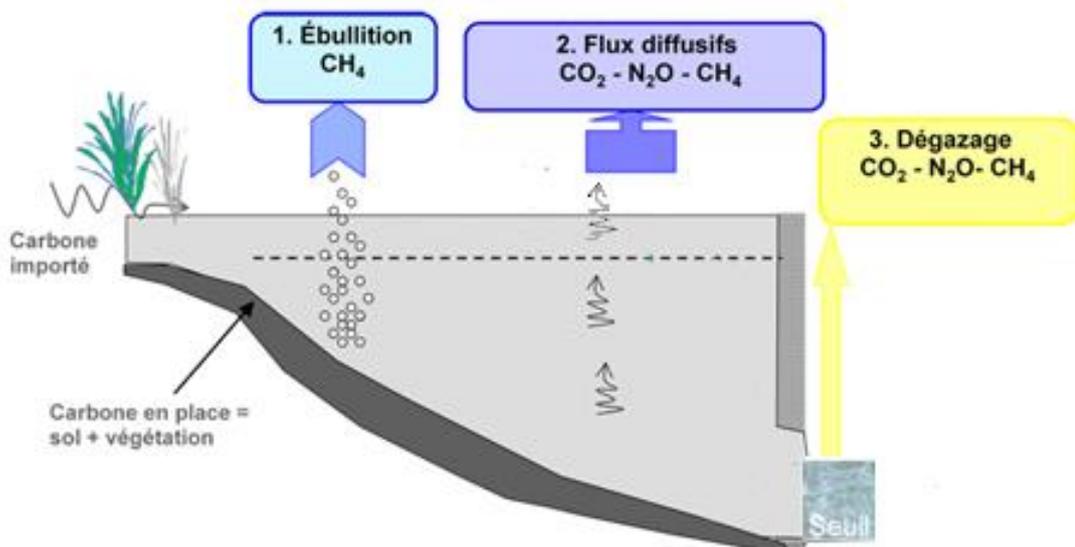


Figure – Schéma des émissions de gaz à effet de serre du barrage de Petit-Saut

La fabrication du barrage et la création du réservoir ont entraîné l'inondation de près de 310 km² de forêt tropicale, modifiant ainsi les écosystèmes.

La matière organique immergée sous l'eau meurt et se dégrade en émettant deux gaz à effet de serre : du CO_2 et du CH_4 . Ces composés peuvent ensuite être émis par différentes voies vers l'atmosphère : ébullition, diffusion ou dégazage.

La somme de toutes les voies d'émissions de gaz à effet de serre (GES), que l'on appelle l'émission brute, diminue continuellement à Petit Saut depuis la mise en eau.

L'inondation de la forêt a eu des répercussions directes sur la faune locale. Le programme « Faune sauvage » avait alors comme objectif la récupération avant submersion du plus grand nombre possible d'individus menacés par la montée des eaux, pour les déplacer vers une zone voisine mais non inondée.

Source : d'après EDF, l'empreinte environnementale du barrage de Petit-Saut.

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.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 1- D'après le rapport de l'INSEE, au 1er janvier 2021, le nombre de personnes résidentes en Guyane était de 286 618. Calculer la consommation annuelle des habitants.
- 2- Démontrer que la centrale hydroélectrique du barrage de Petit-Saut fournit en moyenne environ 70 % de l'énergie électrique utilisée en Guyane.
- 3- En Guyane, la production d'énergie électrique est principalement portée par un mixte composé d'hydraulique, de biomasse, de photovoltaïque et de thermique au fioul. En vous appuyant sur le document 3 et le document 4, discuter de l'intérêt du barrage de Petit Saut en termes d'émission de gaz à effet de serre lors de son fonctionnement comparativement aux autres moyens de production.
- 4- À partir des documents fournis, indiquer deux impacts liés à la construction du barrage sur la biodiversité.
- 5- En utilisant les réponses aux questions 2,3 et 4, proposer une synthèse permettant de contribuer au débat autour de la question « Peut-on considérer un grand barrage hydroélectrique en forêt tropicale humide comme une source d'énergie électrique verte ? ».

Étude technique du fonctionnement d'un alternateur du barrage de Petit Saut.

- 6- Construire le diagramme énergétique décrivant la conversion d'énergie effectuée par le barrage de Petit-Saut.
- 7- Indiquer le phénomène physique exploité par l'alternateur et le siècle de sa découverte.
- 8- Indiquer le paramètre qui influence la fréquence du courant électrique produit.