

Biodiversité et évolution – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

En 1998, une équipe de chercheurs a estimé le nombre de jeunes otaries à fourrure nées dans une population en Australie. Lors de la première capture, 1291 jeunes otaries ont été marquées en coupant une mèche de fourrure. Les jeunes de cette colonie ont ensuite été recapturés visuellement plusieurs fois, ce qui a permis d'estimer leur nombre. Les résultats obtenus lors des 4 recaptures sont rassemblés dans le tableau suivant.

Numéro de la recapture	1	2	3	4
Taille de l'échantillon	1080	1224	1107	1233
Nombre d'individus marqués	391	378	363	357

1. Quel est ici le procédé de marquage ? Donner deux avantages de celui-ci.
2. Pour chacune des 4 recaptures, estimer l'abondance de jeunes otaries nées en 1998.
3. Calculer l'abondance moyenne à partir des 4 résultats de la question 2.
4. Quel est l'intérêt de réaliser plusieurs recaptures ?

Exercice 2 corrigé disponible

La mucoviscidose est une maladie qui frappe 1 enfant sur 2500. L'étude de sa transmission a montré qu'elle est due à l'état homozygote aa d'un certain gène. Les individus hétérozygotes Aa sont sains et il est même impossible de détecter chez eux l'allèle pathogène. On suppose que la population est à l'équilibre de Hardy-Weinberg pour ce gène. Calculer :

1. la fréquence de l'allèle pathogène.
2. la proportion de personnes qui portent un allèle a sans être atteintes par la maladie.

Exercice 3 corrigé disponible

On cherche à savoir si des populations sont à l'équilibre de Hardy-Weinberg pour un gène codant des molécules à la surface de globules rouges. Il existe deux allèles pour ce gène M et N . Une étude menée au Japon en 1958 dans la ville minière de Ashibetsu a donné les résultats suivants :

Génotypes	MM	MN	NN
effectifs	406	744	332

1. Déterminer la taille de la population étudiée.
2. Calculer les fréquences des allèles M et N dans la population.
3. En supposant que la population est à l'équilibre d'Hardy-Weinberg, calculer les fréquences génotypiques théoriques à partir des fréquences alléliques obtenus à la question précédente.
4. Comparer les fréquences théoriques obtenues à la question précédente avec les fréquences génotypiques réellement observées. Peut-on valider l'hypothèse selon laquelle la population est en équilibre d'Hardy-Weinberg pour ce gène ?

Exercice 4 corrigé disponible

Sur 900 poissons pêchés dans un lac, on a observé que 180 d'entre eux étaient porteurs de parasites.

1. Déterminer la proportion de poissons porteur de parasite parmi les poissons pêchés.
2. Déterminer un intervalle de confiance au niveau de confiance 95% de la proportion de poissons porteurs de parasites dans ce lac.

Exercice 5 corrigé disponible

On désire évaluer l'abondance d'une population de manchots empereurs vivant sur une île. Pour cela, on capture 232 individus qui sont marqués puis relâchés. On recapture ultérieurement 400 animaux parmi lesquels on dénombre 116 animaux marqués.

1. Déterminer un intervalle de confiance au niveau de confiance 95% de la proportion p d'animaux marqués.
2. En déduire un encadrement de l'abondance des manchots empereurs sur l'île.

Exercice 6 corrigé disponible

La coryza du chat est une maladie virale associée à un syndrome respiratoire qui touche principalement les chatons. Pour estimer la prévalence (c'est-à-dire la proportion de présence) dans un département, on prélève un échantillon de 145 chatons et 25 s'avèrent porteurs de cette maladie.

1. Calculer la fréquence observée de chatons porteurs du coryza dans cet échantillon.
2. Déterminer un intervalle de confiance au niveau de confiance 95% pour la proportion de chatons touchés par la maladie dans le département.

Exercice 7 corrigé disponible

À l'aide d'un échantillon de taille n , on estime qu'en France la proportion de personnes du groupe sanguin AB est de 10% avec une marge d'erreur d'au plus 3%.

1. Déterminer un intervalle de confiance au niveau de confiance 95% associé à cet échantillon.
2. Déterminer n .

Exercice 8 corrigé disponible

Les opossums sont des marsupiaux. Les individus de l'espèce *Trichosurus cunninghami* vivent dans les forêts australiennes et se nourrissent principalement de fruits et de feuilles. Entre février et mars 2009, des feux ont ravagé un grand nombre de forêts dans l'état de Victoria, ce qui a eu un fort impact sur les populations de *Trichosurus cunninghami* (voir le tableau ci-dessous).

Année	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nombre d'individus	3214	3215	3237	2984	3314	1209

En 2019, des chercheurs de l'université de Camberra en Australie ont procédé à une campagne CMR dans les forêts brûlées en 2019. Ils ont capturé et marqué 82 individus qu'ils ont ensuite relâché. Deux semaines plus tard, ils ont capturé 67 individus dont 2 étaient marqués.

Peut-on considérer que la population de *Trichosurus cunninghami* a retrouvé un niveau équivalent à celui d'avant 2009 ?

Exercice 9 corrigé disponible

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.

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, prouver que le modèle de Hardy-Weinberg n'est pas utilisable pour prévoir l'évolution de cette population de loups.

Document 3

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.

Exercice 10

Document 1 : le crapaud sonneur à ventre jaune, une espèce en danger.



Photo de l'aspect général



Photo de la face ventrale

Le crapaud sonneur à ventre jaune, *Bombina variegata*, est une espèce d'Amphibien qui fait partie des espèces vulnérables et menacées. Elle fait l'objet d'une protection en France.

Ce crapaud de 3,5 à 5,5 cm de long tient son nom de sa face ventrale jaune tachetée de noir, qui contraste avec sa face dorsale marron-grisâtre.

Les mares et les flaques d'eau en forêt constituent l'habitat naturel de cette espèce. Ces lieux sont menacés par l'industrialisation mais aussi par l'agriculture.

La maturité sexuelle du crapaud sonneur à ventre jaune est atteinte au bout de 3 ou 4 ans. Ce crapaud utilise plusieurs mares pour se reproduire accrochant quelques œufs de façon regroupée ou isolée aux plantes aquatiques. Après éclosion des œufs, les têtards se métamorphosent en 34 à 130 jours.

D'après Wikipédia (consulté le 04/11/2020)

Document 2 : le crapaud sonneur à ventre jaune, une espèce suivie.

Le marquage peut être un marquage de groupe (un point de couleur par exemple pour chaque individu capturé lors d'une session donnée), mais on utilise de préférence le marquage individuel, car il permet d'obtenir beaucoup plus d'informations. Chez le crapaud sonneur, on identifie facilement les individus grâce à leur motif ventral unique. Ce motif de coloration est en effet propre à chaque individu et stable dans le temps (hormis pour les stades les plus jeunes).

Photos de motifs ventraux du même individu à des stades différents.
De gauche à droite : juvénile, subadulte, adulte (apte à la reproduction)



D'après Synthèse de la méthode de suivi de population par C.M.R. appliquée au Sonneur à ventre jaune, ONF-MEDDE, 2016.

Des biologistes veulent estimer l'abondance d'une population isolée de sonneurs à ventre jaune dans la forêt domaniale de Darney en Lorraine. Pour cela, ils utilisent la méthode CMR (capture, marquage, recapture) qui permet d'estimer l'abondance d'une population. Ils ont ainsi capturé, marqué puis relâché 548 sonneurs à ventre jaune. Une deuxième capture de sonneurs à ventre jaune a été effectuée quelques mois plus tard : 554 ont été capturés dont 133 qui avaient été marqués lors de la première capture.

- 1- Présenter les principes de la méthode CMR (capture, marquage, recapture).
- 2- Donner la fréquence f de la population marquée rapportée à l'échantillon des $n = 554$ individus recapturés. En déduire une première estimation de l'abondance de la population de sonneurs à ventre jaune dans la zone d'étude.
- 3- Pour tenir compte de la fluctuation d'échantillonnage, on considère, avec un indice de confiance de 95 %, que la proportion de la population marquée rapportée à la population totale de sonneurs à ventre jaune se situe dans l'intervalle :

$$\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}}; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right],$$

Déterminer dans ces conditions un encadrement de l'abondance de la population de sonneurs à ventre jaune.

4- À partir de vos connaissances et des documents, formuler des hypothèses sur les causes possibles de la baisse d'abondance de ce crapaud.

5- On cherche à élaborer un plan national d'action pour la protection du crapaud sonneur à ventre jaune. Proposer différentes mesures permettant d'éviter l'extinction de cette espèce, en se basant sur les documents 1, 2 et 3 et vos connaissances.

Document 3 : le crapaud sonneur à ventre jaune, mesures relatives à sa conservation.

Afin de travailler à la conservation du sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) dont le statut est critique en Normandie, l'Union régionale des Centres permanents d'initiatives pour l'environnement de Normandie propose la mise en place d'un élevage conservatoire de cinq années (2018-2023) permettant, d'une part, de protéger un groupe d'individus d'éventuelles menaces pouvant affecter le site de prélèvement et, d'autre part, d'optimiser la reproduction des géniteurs afin de tenter la réintroduction dans deux sites restaurés dans le département de l'Eure.

L'élevage conservatoire s'articule en 3 étapes :

1/ prélèvement d'un groupe de 20 adultes du site de l'Eure ; élevage et reproduction en conditions contrôlées. Le nombre de spécimens prélevés permet de garantir la diversité génétique de la population d'origine ;

2/ libération de 10 % des individus issus de la reproduction de ce groupe dans la population d'origine ;

3/ réintroduction de l'espèce (*minimum 2000 et 2500 juvéniles*) sur 2 sites favorables identifiés afin de tenter de restaurer une population stable.

D'après <http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/ur-cpie-sonneur-a-ventre-jaune-27-derogation-a2589.html>

Exercice 11

De 1968 à 2002, la population de moustiques *Culex pipiens* a été contrôlée dans le sud de la France par l'épandage d'insecticides sur les étendues d'eau dans lesquelles se développent leurs larves.

On s'intéresse à la résistance développée par certains moustiques à ces insecticides dans la région de Montpellier.

Document 1 : résistance de *Culex pipiens* aux insecticides.

Des insecticides organophosphorés ont été utilisés pour lutter contre le moustique *Culex pipiens*. Certains moustiques y sont devenus résistants. L'étude du génome du moustique a montré que le moustique possédait un gène codant une molécule (enzyme), sous deux allèles :

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

On observe que la quantité de cette enzyme produite dépend du génotype du moustique. On constate que la quantité de celle-ci est ainsi 500 fois plus importante chez un moustique résistant que chez un moustique sensible.

Document 2 : action de l'enzyme sur un insecticide, le parathion.

Le parathion est, comme tous les insecticides organophosphorés, une molécule qui altère le fonctionnement du système nerveux du moustique entraînant sa mort. Pour qu'il soit efficace, il doit pénétrer dans l'organisme de l'insecte et atteindre son système nerveux.

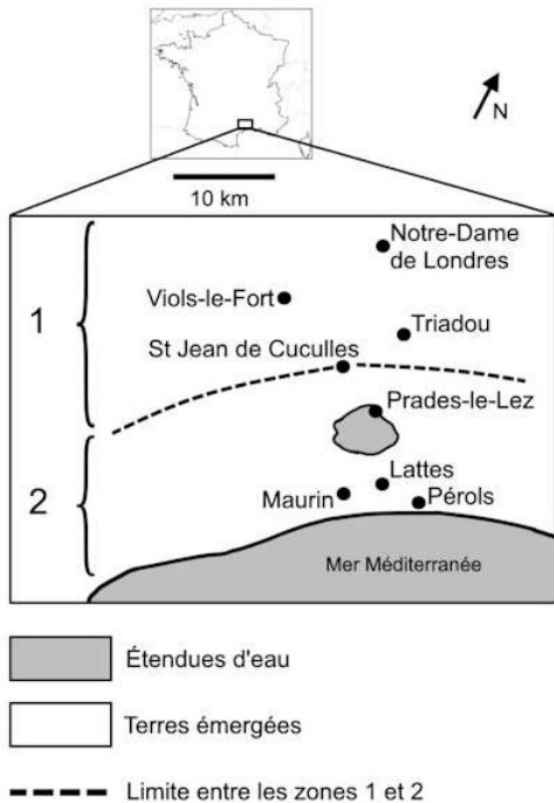
Chez le moustique résistant au parathion, on peut schématiser ainsi l'action de l'enzyme évoquée dans le document 1 :



Document 3 : échantillonnage d'une population de moustiques dans la région de Montpellier

La carte ci-dessous définit les différentes zones exposées ou non aux insecticides organophosphorés.

La zone 1, située au nord, n'a jamais été traitée avec des insecticides organophosphorés. La zone 2, située au sud, a été traitée avec des insecticides organophosphorés depuis 1968. À cette époque, ces insecticides étaient très efficaces dans cette zone et tuaient la majorité des moustiques.



En 1980, un échantillonnage a été réalisé dans une population de moustiques située à Maurin (zone 2) afin d'étudier la structure génétique de cette population.

Les résultats de cette étude sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Génotypes concernant le gène de résistance à l'insecticide (doc. 1)	R//R	R//S	S//S	Total
Résistance à l'insecticide	oui	oui	non	
Nombre de moustiques	90	284	70	444
Fréquence génotypique observée	0,20	0,64	0,16	1

Questions :

- 1- À partir des documents 1 et 2 et de vos connaissances, expliquer l'acquisition de la résistance au parathion de certains moustiques.
- 2- À partir du document 3, vérifier que la structure génétique de la population 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 vous calculerez selon le modèle de Hardy-Weinberg.

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 :

$$p^2 = \text{fréquence du génotype A1//A1}$$

$$2pq = \text{fréquence du génotype A1//A2}$$

$$q^2 = \text{fréquence du génotype A2//A2}$$

- 3- Expliquer les raisons pour lesquelles la structure génétique de la population n'est pas à l'équilibre de Hardy-Weinberg.