

## TD1- L'estimation de la biodiversité

L'état actuel de la biodiversité et son évolution, que ce soit en France ou à l'échelle mondiale, témoignent d'une situation inquiétante. Selon un rapport de l'IPBES (plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques) publiés en 2019, « la nature décline globalement à un rythme sans précédent dans l'histoire humaine et le taux d'extinction ... Dans ce même rapport, les experts ont estimé à 1000000 le nombre d'espèces menacées d'extinction, alors qu'un rapport de 2021 indique que sur les 13842 espèces présentes en France, 2430 sont aujourd'hui menacées et 187 ont disparu depuis 2008. Or, la biodiversité est essentielle dans de nombreux domaines, comme l'agriculture (pollinisation et fertilisation des sols), la recherche (source de molécules thérapeutiques), l'adaptation aux changements environnementaux tels que les changements climatiques (existence d'espèces ou de populations adaptées aux nouvelles conditions). **Comment est évaluée la biodiversité ?**

**Objectif de connaissance :** Comment est évaluée la biodiversité

**Objectifs de savoir faire:** Exploitation de documents. Alignement de séquence, Blast. Calcul de fréquence et d'intervalle de



### L'estimation de la biodiversité

#### Activité 1 : Identifier les espèces par leur ADN

Dans certaines conditions, il est impossible d'identifier des individus par une reconnaissance morphologique (espèces trop similaires entre elles ; individus incomplets ...). L'identification peut alors s'effectuer à partir de fragments d'ADN récoltés dans l'environnement étudié. Le logiciel BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) permet de comparer les fragments d'ADN non identifiés et récoltés dans un environnement avec des bases de données internationales. Cette comparaison peut permettre ainsi de déterminer une espèce à partir d'une séquence d'ADN.

Protocole à suivre :

- Ouvrir le logiciel BLAST (accès via internet en cliquant sur le nom du logiciel)
- Les séquences d'ADN à utiliser pour l'identification des espèces sont à récupérer dans le contenu de la séance sur pronote. Recopier une des séquences puis copier-la dans la fenêtre « Enter Query Sequence » de BLAST.

- Lancer la recherche en cliquant sur BLAST (en bas de page)

Après quelques minutes, plusieurs séquences peuvent être proposées comme identiques ou proches de la séquence inconnue à identifier. L'identification de l'espèce à laquelle appartient la séquence inconnue est possible si le pourcentage d'identité (notée Per. Ident) est supérieur à 85%. Si cette valeur est de 100 %, cela signifie que la séquence est complètement identique à celle de l'espèce proposée par le logiciel. Cela indique que l'identification de l'origine de la séquence d'ADN est certaine. Dans certains cas, l'espèce n'est pas connue.

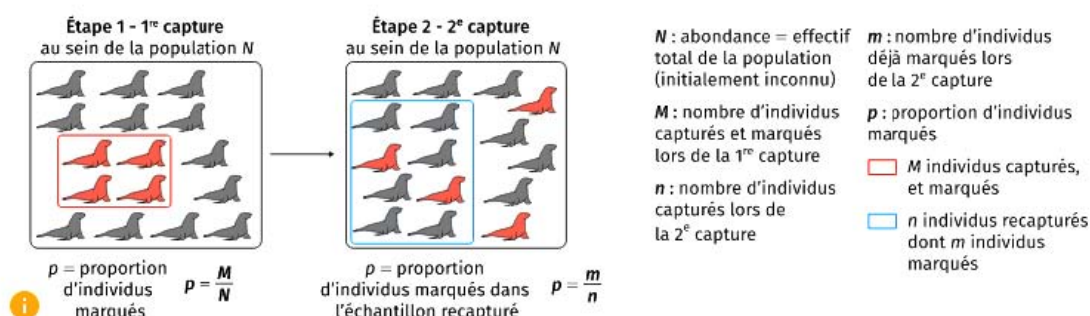
- A partir du nom d'espèce proposé par le logiciel, déterminer le groupe auquel appartient l'espèce identifiée.
- Renouveler ces différentes étapes pour déterminer les groupes correspondant aux 6 séquences d'ADN proposées.

#### Activité 2 : Estimer l'effectif d'une population

Evaluer certaines populations peut s'avérer compliqué car il est parfois impossible de compter tous les individus. Les scientifiques ont alors recours à différentes stratégies permettant d'estimer l'effectif d'une population. C'est le cas de la technique « Capture-Marquage-Recapture ».

Source : le

Doc. 1. : P



En supposant que la population ne se modifie pas entre les deux échantillonnages, la proportion d'individus marqués dans la population reste la même. Cette méthode permet alors d'estimer l'abondance de la population totale par proportionnalité.

## Doc.2. Evolution d'une population australienne d'otaries à fourrure

En 1992, une équipe de chercheurs a estimé le nombre de jeunes otaries nées dans une population australienne. Lors d'une première capture, les jeunes otaries sont marquées en coupant une mèche de fourrure. Les jeunes de cette colonie sont ensuite recapturés visuellement plusieurs fois, ce qui permet d'estimer leur nombre. La moyenne indique une population de 2 817 jeunes otaries nées entre 1991 et 1992. L'expérience de capture-marquage-recapture est répétée en 1998 et 1 291 jeunes otaries sont marquées. Cette expérience permet donc de déterminer l'abondance des jeunes otaries, nées entre 1997 et 1998. Les données des différentes recaptures de 1998 sont fournies dans le tableau ci-dessous.

	1	2	3	4
Taille de l'échantillon : $n$	1080	1224	1107	1233
Nombre d'otaries recapturées et déjà marquées : $m$	391	378	363	357

Questions :

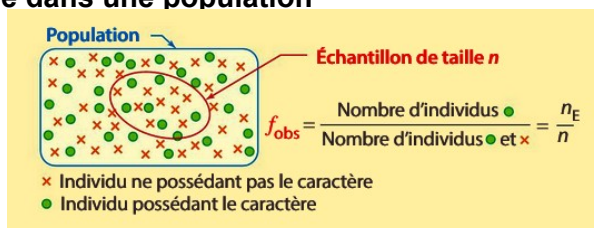
- Déterminez la formule qui permet de calculer l'abondance d'une population  $N$  avec la technique CMR (doc 1).
- Estimer l'abondance d'otaries nées entre 1997 et 1998 à l'aide des données issues de chaque recapture (doc 1 et Préciser les détails de vos calculs pour chacune des 4 recaptures (4)
- Calculer la moyenne des quatre abondances indiquées à la réponse b (1), puis discuter de l'intérêt de procéder à plusieurs recaptures pour déterminer l'abondance réelle des otaries (2).
- En déduire l'évolution de la population d'otaries à fourrure dans cette région d'Australie (2).

## Activité 3 : Estimer la proportion d'un caractère dans une population

Dans une population, les individus d'une même espèce présentent des phénotypes (ou caractères) différents. Ces phénotypes peuvent être macroscopiques (couleur du pelage, taille du bec, mâle ou femelle ...), microscopiques (forme, taille des cellules) ou moléculaires (présence ou absence de certaines molécules). On cherche à estimer la proportion  $p$  d'individus possédant un caractère donné dans une population de grande taille.

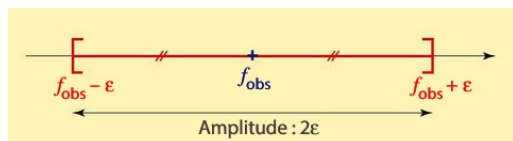
### Doc.1. Estimer la fréquence d'apparition d'un caractère dans une population

- On prélève un échantillon de  $n$  individus et on compte le nombre d'individus  $n_E$  possédant le caractère étudié.
- On calcule alors la fréquence  $f$  d'individus porteurs de ce caractère dans l'échantillon.



### Doc.2. Déterminer les valeurs de l'intervalle de confiance

La valeur de  $f$  permet ensuite d'estimer la proportion  $p$  de ce caractère dans la population avec une incertitude. Celle-ci varie en fonction de l'indice de confiance choisie pour l'étude. Plus l'indice de confiance est élevé (donc proche de 100%), plus l'incertitude de l'estimation est faible. L'incertitude est définie par l'intervalle de confiance, noté IC, qui correspond à une « fourchette » de valeurs entre lesquelles doit se trouver la valeur  $p$ . Par exemple, un indice de confiance de 95 % signifie que l'intervalle de confiance contiendra la valeur  $p$  dans 95 % des cas. L'intervalle de confiance est l'intervalle défini par :  $IC = [f - \varepsilon ; f + \varepsilon]$  o.  $\varepsilon$  est la marge d'erreur. Cette marge d'erreur dépend de la fréquence calculée  $f$  du caractère dans l'échantillon, de la taille  $n$  de l'échantillon et du niveau de confiance fixée pour un niveau de confiance de 95 %,  $k$  est égal à 1,96.



$$\varepsilon = k \sqrt{\frac{f_{obs}(1 - f_{obs})}{n}}$$

Applications :

• Exemple n°1 : L'épervier strié est un poisson qui vit dans les récifs coralliens. Il existe sous deux phénotypes : sombre et clair. Un recensement des formes claires et sombres a été effectué dans différentes zones, de la surface jusqu'au fond du lagon. Les résultats de ces recensements sont indiqués ci-dessous.

- Estimer la valeur de la proportion de poissons sombres dans la population vivant dans les eaux superficielles et dans la population vivant en profondeur et préciser les limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance de 95 %.

Nombre de poissons	Eaux superficielles (< 5 m)	Eaux profondes (> 5 m)
Sombres	538	20
Clairs	310	238

• Exemple n°2 : Dans un groupe de 15 élèves, 3 des 7 garçons portent des lunettes. Ce chiffre est de 2 parmi les huit filles.

- Estimer la valeur de la proportion de garçons d'une part et de filles d'autre part qui portent des lunettes et préciser les limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance de 95 %.