



**THÈME** : UNE HISTOIRE DU VIVANT  
**Chapitre** : La biodiversité et son évolution

**2**

Term ES

**Estimer l'effectif d'une population et d'un caractère**

➤ **Objectifs**

- Quantifier l'effectif d'une population ou d'un taxon plus vaste à partir de résultats d'échantillonnage.
- Estimer une abondance par la méthode de capture-marquage-recapture.

➤ **Compétence travaillée :**



**Non maîtrisé**



**Insuffisamment maîtrisé**



**Bien maîtrisé**



**Maîtrisé**

**S'approprier une problématique, identifier les connaissances associées et rechercher l'information utile.**

La problématique n'est pas correctement cernée.

La problématique est correctement cernée.

- L'élève mobilise quelques éléments issus des connaissances ou des ressources fournies

- L'élève mobilise quelques éléments issus des connaissances et des ressources fournies

- L'élève mobilise des connaissances adaptées.  
 - L'élève prélève, dans les ressources fournies, des informations adaptées.

- L'élève mobilise des connaissances pertinentes et suffisantes.  
 - L'élève prélève, dans les ressources fournies, des informations pertinentes et suffisantes.

**Mise en situation** : Pour étudier la présence d'un caractère dans différents échantillons d'une population, les observations concrètes sur des individus réels s'avèrent parfois difficiles.

**Question scientifique** : Quelles méthodes permettent de quantifier une population à partir d'échantillons ?

**PARTIE 1 : LA MÉTHODE DE CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE (CMR)**

**Étape 1 - 1<sup>re</sup> capture**  
au sein de la population  $N$

$p = \text{proportion d'individus marqués}$      $p = \frac{M}{N}$

**Étape 2**  
Relâche et mélange des individus marqués dans la population

**Étape 3 - 2<sup>e</sup> capture**  
au sein de la population  $N$

$p = \text{proportion d'individus marqués dans l'échantillon recapturé}$      $p = \frac{m}{n}$

$N$  : abondance = effectif total de la population (initialement inconnu)  
 $M$  : nombre d'individus capturés et marqués lors de la 1<sup>re</sup> capture  
 $n$  : nombre d'individus capturés lors de la 2<sup>e</sup> capture

$m$  : nombre d'individus déjà marqués lors de la 2<sup>e</sup> capture  
 $p$  : proportion d'individus marqués, supposée stable

    $M$  individus capturés, et marqués  
    $n$  individus recapturés dont  $m$  individus marqués

**Document 1** : Principe de capture/marquage/recapture (CMR).

En 1992, une équipe de chercheurs a estimé le nombre de jeunes otaries nées dans une population australe. Pour cela, 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 CMR a été répétée en 1998 avec un marquage initial de 1 291 jeunes otaries.

Recapture	1	2	3	4
Taille de l'échantillon $n$	1 080	1 224	1 107	1 233
Otaries recapturées déjà marquées $m$	391	378	363	357

**Document 2** : Évolution d'une population australe d'otaries à fourrure.

**Déterminer la formule qui permet de calculer l'abondance d'une population N dans une CMR.**

On considère que la proportion d'individus marqués est la même dans l'échantillon de recapture que dans la population totale. La formule est :  
 $M/N=m/n \Rightarrow N=M \times n/m$

1. **N** : Abondance (effectif total inconnu).
2. **M** : Nombre d'individus marqués initialement (1 291 en 1998).
3. **n** : Taille de l'échantillon de recapture.
4. **m** : Nombre d'individus déjà marqués dans la recapture.

**Estimer, pour chacune des quatre recaptures, l'abondance d'otaries nées en 1998.**

**En utilisant  $M=1291$  et les données du tableau, on calcule N pour chaque recapture :**

- Recapture 1 :  $N_1=3911291 \times 1080 \approx 3566$
- Recapture 2 :  $N_2=3781291 \times 1224 \approx 4180$
- Recapture 3 :  $N_3=3631291 \times 1107 \approx 3937$
- Recapture 4 :  $N_4=3571291 \times 1233 \approx 4459$

**Calculer la moyenne des quatre abondances obtenues à la question 2 et discuter la nécessité de procéder à plusieurs recaptures.**

$43566+4180+3937+4459 \approx 4036$  otaries.

**Discussion :** Il est nécessaire de procéder à plusieurs recaptures car chaque échantillonnage comporte une part d'aléa (fluctuation d'échantillonnage). Faire la moyenne de plusieurs estimations permet d'obtenir un résultat plus fiable et plus proche de la réalité biologique.

**Décrire l'évolution de la population australe d'otaries à fourrure.**

En 1992, la population était estimée à 2 817 individus. En 1998, elle est estimée à environ 4 036 individus. On observe donc une augmentation nette de la population de jeunes otaries entre 1991 et 1998.

## 5. Proposer une explication à la différence de proportion de poissons selon la profondeur.

On observe que les poissons sombres sont majoritaires en surface (538 contre 310 clairs), alors qu'ils sont très rares en profondeur (20 contre 238 clairs).

**Hypothèse :** Il s'agit probablement d'une adaptation au milieu (camouflage/prédation). En surface, une couleur sombre peut aider à se confondre avec les fonds rocheux ou les ombres, tandis qu'en profondeur ou en lagon clair, le phénotype clair est avantageux.

## 6. Estimer la valeur de la proportion de poissons sombres dans la population superficielle et dans celle de profondeur, avec un intervalle de confiance de 95 %.

On utilise la formule de Moivre-Laplace:  $IC = [f - 1,96\sqrt{\frac{f(1-f)}{n}}; f + 1,96\sqrt{\frac{f(1-f)}{n}}]$

⊕+2

- Eaux superficielles :

- $n = 538 + 310 = 848.$  ⊕

- $f = \frac{538}{848} \approx 0,634.$  ⊕

- $IC \approx [0,60; [cite_s tart]0,67]$ , soit entre **60 % et 67 %** de poissons sombres. ⊕+

- Eaux profondes :

- $n = 20 + 238 = 258.$  ⊕

- $f = \frac{20}{258} \approx 0,078.$  ⊕

- $IC \approx [0,04; [cite_s tart]0,11]$ , soit entre **4 % et 11 %** de poissons sombres. ⊕+3

## 7. Déterminer et expliquer l'influence de la taille de l'échantillon sur l'intervalle de confiance de la proportion.

D'après la formule, la taille de l'échantillon  $n$  est au dénominateur que sous une racine carrée (racine  $n$ ).

**Conclusion :** Plus la taille de l'échantillon  $n$  augmente, plus l'incertitude diminue et plus l'intervalle de confiance est étroit (précis). À l'inverse, un petit échantillon (comme en eaux profondes ici) donne un intervalle proportionnellement plus large et donc une estimation moins précise.