

Exercices (méthode CMR)

I Étude d'une population d'opossums

Les opossums sont des marsupiaux. Il en existe des carnivores sur le continent américain mais aussi des herbivores arboricoles en Océanie. En Australie, le genre *Trichosurus* regroupe cinq espèces dont l'espèce *cunninghami*. Ces derniers vivent dans les forêts où ils se nourrissent principalement de feuilles et de fruits.

En février-mars 2009, des feux de végétation ont ravagé un grand nombre de forêts dans l'État de Victoria. L'habitat naturel de l'opossum a donc été directement perturbé par les incendies. De 2004 à 2009, les chercheurs de Canberra s'étaient intéressés à l'effectif de la population d'opossums *T.cunninghami* dans les forêts brûlées; ils avaient obtenu les résultats ci-dessous.

Année	Effectif de la population
2004	3214
2005	3215
2006	3237
2007	2984
2008	3314
2009	1209
...	...
2019	?

Nombre d'individus capturés et marqués en début de campagne 2019	82
Nombre d'individus capturés en fin de campagne 2019	67
Nombre d'individus marqués lors de la recapture en 2019	2

En 2019, les chercheurs retournent dans la zone et procèdent à une campagne de CMR : ils capturent et marquent 82 individus qu'ils relâchent; 2 semaines plus tard, ils capturent 67 individus dont 2 portent la marque laissée lors de la 1^{re} capture. Sur l'ensemble des 147 (soit 149 - 2) individus capturés en 2019, 72 étaient des femelles, soit environ 49 %.

- Le gouvernement australien vous demande d'estimer la taille de la population d'opossums dans la forêt en 2019.
- Pour savoir si la population contient assez de femelles pour continuer à croître, il veut connaître leur proportion le plus précisément possible.
Discuter si la valeur de 49 % observée est précise à $\pm 10\%$, en détaillant la méthodologie utilisée.

II

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	1 080	1 224	1 107	1 233
Nombre d'individus marqués	391	378	363	357

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

III Exercice : Nouvelle-Zélande face à une espèce invasive : le rat noir *Rattus rattus*

Dès leur arrivée en Nouvelle-Zélande autour de 1200, les être humains y ont introduit de nombreuses espèces. Sans prédateurs naturels, certaines pullulent. Ainsi, de nos jours, la vallée de l'Orongorongo est confrontée à une invasion de rats noirs, que les autorités essaient de limiter. Un site de la vallée est pris pour étude. On obtient les résultats suivants :

	Session de 2003	Session de 2004
Individus capturés en début de session	34	28
Individus capturés en fin de session	52	60
Individus marqués dans la recapture	26	24

- Déterminer la taille de la population au départ de l'étude en 2003.
- déterminer la taille de la population en 2004.
- Le gouvernement craint une croissance de la population. À l'aide des résultats de l'étude, donner des arguments pour confirmer ou modérer cette crainte. Que conseiller d'autre?
- Une ville envisage de lancer une campagne massive de dératisation.

Les scientifiques veulent estimer l'impact du poison sur la mortalité au sein de la population de rats. Sur 200 rats trouvés morts depuis le début de l'étude, 100 présentent ces signes d'empoisonnement, soit 50 %. Déterminer si cette fréquence observée est précise à $\pm 3\%$ au niveau de confiance de 95 %. On rappelle que l'intervalle de confiance au seuil 95 % est de la forme $I = [f - \epsilon ; f + \epsilon]$

(a) On étudiera le cas vu en cours avec $\epsilon = \frac{1}{\sqrt{n}}$.

(b) On étudiera le cas plus précis avec

$$\epsilon = 1,96 \times \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}}$$

- Le gouvernement néo-zélandais considère que cette estimation n'est pas assez fiable. Calculer le nombre de rats devant être échantillonnés pour considérer que cette valeur de 50 % de rats empoisonnés soit fiable à $\pm 3\%$ avec un niveau de confiance de 95 %. (étudier avec les deux expressions de ϵ)