

LA MÉTHODE DE « CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE »

La méthode « capture-marquage-recapture » ou « CMR¹ » désigne une méthode statistique couramment utilisée en écologie pour estimer la taille d'une population animale.

La méthode CMR repose sur une prospection régulière et la réalisation de plusieurs sessions de capture.

Une partie de la population que l'on estime représentative est capturée, marquée et relâchée à l'endroit précis de leur capture le plus rapidement possible afin de limiter le stress. Un échantillonnage doit se réaliser dans un laps de temps le plus court possible afin de respecter l'hypothèse de capture instantanée. À ceci s'ajoute l'importance de différer l'ordre des sites de capture d'un échantillonnage à un autre, dans le but de limiter tous les biais liés aux répétitions. Donc lors d'une deuxième session, une autre partie est capturée et le nombre d'individus marqués dans l'échantillon est compté. Le nombre d'individus marqués dans le second échantillon étant proportionnel au nombre d'individus marqués dans la population totale, une estimation de la taille de la population totale peut être obtenue².

Cette méthode se montre la plus utile quand il est difficile de compter individuellement tous les individus d'une population et qu'il faut donc recourir à une estimation statistique. Elle permet aussi d'obtenir d'autres paramètres démographiques tels que la natalité, la mortalité ou le taux de survie.

Mots-clés

Biodiversité ; capture-marquage-recapture ; méthode de Petersen ou méthode Lincoln-Petersen

Références au programme

Thème 3 : Une histoire du vivant – La biodiversité et son évolution

Savoirs

Il existe plusieurs méthodes permettant d'estimer un effectif à partir d'échantillons. La méthode de « capture-marquage-recapture » repose sur des calculs effectués sur un échantillon. Si on suppose que la proportion d'individus marqués est identique dans l'échantillon de recapture et dans la population totale, l'effectif de celle-ci s'obtient par le calcul d'une quatrième proportionnelle.

Savoir-Faire

Estimer une abondance par la méthode de capture, marquage, recapture, fondée sur le calcul d'une quatrième proportionnelle.

Catégorie de ressource

Explication d'une méthodologie

Données quantitatives issues d'une revue scientifique

Documents

Document 1 : le principe général de la méthode CMR

La méthode capture-marquage-recapture a été décrite et utilisée pour la première fois pour des études écologiques en 1896 par C.G. Johannes PETERSEN pour estimer les populations de plie, *Pleuronectes platessa* (Figure 1).



Figure 1 – La plie Européenne (*Pleuronectes platessa*) - Arnstein Rønning - 2011

Les objectifs de cette méthode sont doubles :

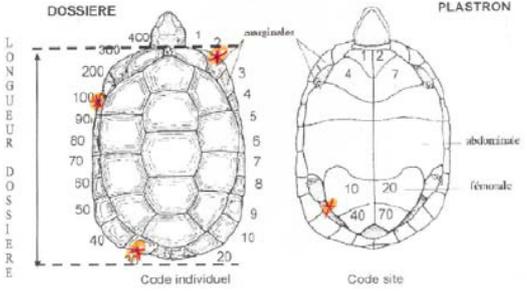
- estimer la taille d'une population animale. On doit alors considérer une population fermée (sans migration, ni mortalité, ni natalité) → voir la ressource « Estimation d'un taux de survie par la méthode de capture-marquage-recapture » ;
- estimer un taux de survie → voir la ressource « La méthode de capture-marquage-recapture pour estimer la taille d'une population ».

De façon générale, les scientifiques installent des cages ou des filets à l'intérieur d'une zone d'étude définie. Ils marquent les animaux capturés à l'aide d'étiquettes, de bagues, de colliers et/ou de tâches de couleurs (Figure 2), puis ils les libèrent. Les marquages peuvent être collectifs ou individuels (le suivi est alors fait individuellement). Ils attendent alors quelques jours ou quelques semaines pour laisser le temps aux animaux qui viennent d'être marqués, de se re-mêler aux membres non-marqués de la population dont ils font partie. Puis les cages-filets sont remis en place. Lors de cette seconde capture, les scientifiques obtiennent à la fois des individus marqués et des individus non-marqués. À partir de ces données, les chercheurs peuvent estimer le nombre total d'individus dans une population.

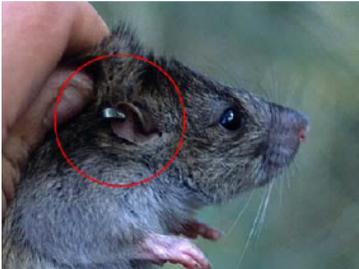
Statistiquement, la taille de la population peut être estimée à partir de seulement deux visites dans la zone d'étude, mais généralement, plus de deux visites sont effectuées, en particulier si des estimations de survie ou de mouvement sont souhaitées. Quel que soit le nombre total de visites, le chercheur enregistre simplement la date de chaque capture de chaque individu. Les «historiques de capture» générés sont analysés mathématiquement³ pour estimer la taille, la survie ou le mouvement de la population.

D'après : Petersen, C. G. J. - The Yearly Immigration of Young Plaice Into the Limfjord From the German Sea - 1896

Southwood, T. R. E.; Henderson, P. - Ecological Methods (3ème édition) – 2000

Marques corporelles
 - taches ventrales, Sonneur à ventre jaune - Photos : V.Rivière
 - limage d'écaillés, Tortue Cistude - Photos : CEN L.R.


Bague métal (albatros, rat) – Photos : JM.Salles + internet





Fanions couleur (busard, chamois)
 Photos : JM.Salles + M.Cornillon






Transpondeur - Photos : internet

Figure 2 – Différentes techniques de marquage

Source : Besnard A. & J.M. Salles, 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000.

Retrouvez éducol sur



Document 2 : les principes fondamentaux de la méthode CMR

Il y a **quatre** principes fondamentaux :

1. les animaux marqués ne doivent pas être affectés (que ce soit dans leur comportement ou leur espérance de vie) en étant marqués et les marques ne doivent pas être perdues. Pour cela, il est conseillé de réaliser un double marquage, où chaque individu marqué porte deux marques différentes ;
2. les animaux marqués doivent pouvoir se re-mélanger totalement dans la population initiale ;
3. la probabilité de capturer un animal marqué doit être la même que celle de capturer n'importe quel autre membre de la population c'est-à-dire que la population est échantillonnée au hasard quel que soit son âge, son sexe et son marquage (ou non). Il faut pour cela que tous les individus soient disponibles de façon égale pour la capture, quelle que soit leur position dans l'habitat et quel que soit le moment à l'intérieur de la période d'étude ;
4. l'échantillonnage doit être effectué à des intervalles de temps courts et le temps réel impliqué pour le prélèvement des échantillons doit être très faible par rapport au temps total de la période d'étude.

D'après : Seber, G. A. F. and Felton, R. - "Tag loss and the Petersen mark-recapture experiment," *Biometrika* – 1981

Colin J. BIBY – Bird Census Techniques – Ecoscope Ed. – Aout 2000

Document 3 : les limites et critiques de la méthode CMR

Les biais des captures et des marquages

Il n'est pas toujours aisé de capturer suffisamment d'individus pour obtenir des résultats qui seront statistiquement significatifs. Certaines espèces et certains individus à l'intérieur de chaque espèce, sont parfois plus difficiles à capturer (les juvéniles ou les individus s'occupant des juvéniles se déplacent généralement moins que les autres congénères).

Les marquages effectués peuvent parfois affecter le comportement des individus ou rendre les individus plus vulnérables face à leur prédateur ou affecter leur place initiale dans la hiérarchie de leur société (un marquage trop voyant peut provoquer des signaux de communication défavorables pour l'attraction sociale).

La capture initiale (Jour 1) peut parfois avoir des conséquences sur la probabilité statistique que l'individu soit attiré de nouveau, ou au contraire repoussé, par le système de recapture posé en jour 2.

Colin J. BIBY – Bird Census Techniques – Ecoscope Ed. – Aout 2000

Les biais des juvéniles

Plusieurs études ont tenté d'estimer les taux de survie des individus juvéniles (de reptiles notamment) grâce à des programmes de marquage-recapture. Mais ces données sont difficiles à obtenir grâce à des programmes de marquage-recapture car ces petits animaux sont rarement capturés. Il y a donc des biais dans les échantillonnages qui ont longtemps laissé croire que les juvéniles avaient des taux de survie très bas (on pensait que s'ils n'étaient pas recapturés, c'est parce qu'ils étaient morts).

Mais les études de David Pike en 2008, par d'autres méthodologies statistiques, ont permis de démontrer l'effet « biais d'échantillonnage » que pouvait présenter la méthode CMR.

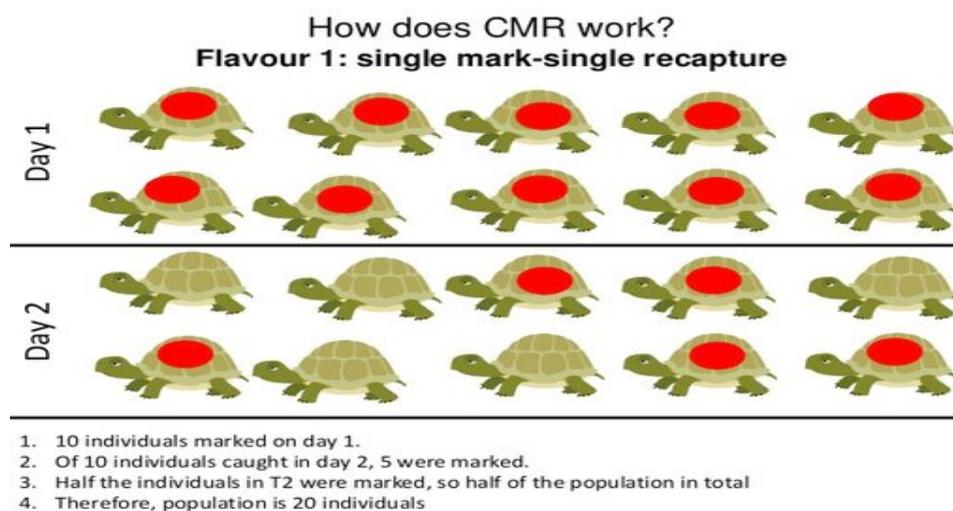
D'après : David A. PIKE - Estimating survival rates of uncapturable animals / the myth of high juvenile mortality in reptiles - *Ecology* - 2008

Pistes d'exploitation pédagogique

On peut demander d'**illustrer** le principe de la technique CMR par un schéma à plusieurs étapes et/ou proposer de réaliser les estimations de population.

Éléments de correction

Schématisation du principe de la méthode CMR, sur un exemple théorique :



Relation statistique :

$$\frac{\text{Nombre animaux marqués D1 recapturés en D2}}{\text{Nombre Total animaux capturé en D2}} = \frac{\text{Nombre animaux capturés et marqués en D1}}{\text{Population TOTALE}}$$

D'où :

$$\text{Population TOTALE} = \frac{\text{Nombre animaux capturés et marqués en D1} \times \text{Nombre Total animaux capturé en D2}}{\text{Nombre animaux marqués D1 recapturés en D2}}$$

Application numérique :

$$\text{Population TOTALE} = \frac{10 \times 10}{5} = 20 \text{ individus}$$

Bibliographie

C.G.J, PETERSON. (1895). *Report of the Danish Biological Station*.

Colin J. BIBBY et al. (2006). *Bird Census Techniques*.

David A. PIKE et al. (2008). Estimating survival rates of uncatchable animals : the myth of high juvenile mortality in reptiles. *Ecology*.

NOSIL, Patrick. (2006). Experimental evidence that predation promotes divergence in adaptive radiation. *PNAS*.

Richard SOUTHWOOD et P. A. HENDERSON . (2000). *Ecological Methods*. Blackwell Publishing Ltd.