



Comment optimiser les suivis de la faune sauvage ?

Un exemple avec le faisan commun



© P. Massit/ONCFS

Les besoins en matière de suivi de terrain de la faune sauvage augmentent, sans pour autant que les moyens disponibles suivent la même tendance. L'échantillonnage par tirage aléatoire est l'une des solutions possibles à ce problème récurrent. Cette méthode peut en effet permettre de réduire de façon assez importante l'effort de suivi sans trop nuire à la précision de l'estimation, surtout lorsqu'on dispose de connaissances préalables sur la répartition de l'espèce suivie à l'échelle du territoire géré. Explications au travers des opérations de comptage de faisans communs sur trois GIASC du Loir-et-cher.

La durabilité est devenue aujourd'hui une préoccupation nécessaire en matière d'exploitation des ressources naturelles. La chasse ne fait pas exception : « *La gestion durable du patrimoine faunistique et de ses habitats est d'intérêt général. La pratique de la chasse, activité à caractère environnemental, culturel, social et économique, participe à cette gestion. [...]* » (Article L.220-1 de la Loi chasse n° 2000-698 du 26 juillet 2000).

Mettre ce principe en application implique de suivre l'état des populations animales, afin d'adapter les prélèvements cynégétiques à leurs potentialités démographiques locales. Les objectifs peuvent

être variés : maintenir ou développer les populations, ne pas les fragiliser quand elles connaissent déjà des difficultés ou, au contraire, les réduire pour limiter leurs déprédations. Sur le terrain, cette nécessité de suivi génère davantage de travail, soit que le nombre d'espèces à suivre tende à augmenter, soit que certaines d'entre elles se développent sur le plan démographique et étendent leurs aires de distribution.

Les demandes sociales et/ou administratives (par exemple, l'attribution de plans de chasse) rendent souvent nécessaire la prise en compte de la variabilité spatiale (à une échelle communale, départementale, régionale).

ELISABETH BRO¹,
PHILIPPE AUBRY²,
GUY PINDON³, ALOÏS GODARD³

¹ ONCFS, CNERA Petite faune sédentaire de plaine – Saint-Benoist, Auffargis.
elisabeth.bro@oncfs.gouv.fr

² ONCFS, DER Statistique – Saint-Benoist, Auffargis.
philippe.aubry@oncfs.gouv.fr

³ Fédération départementale des chasseurs du Loir-et-Cher.
fdc41@wanadoo.fr

Malheureusement, les ressources disponibles (moyens humains...) demeurent la plupart du temps limitées et il s'avère difficile de répondre à ces demandes avec précision.

Une telle contrainte nous impose une réflexion de fond : quelles sont nos priorités (ce qui implique des choix) ? Quels sont nos objectifs ? Avons-nous besoin de données absolues (par exemple des effectifs) ou de données relatives (par exemple un indice d'abondance) ?

Au bout du compte, malgré l'optimisation des moyens qui peut découler de cette réflexion, un allègement des protocoles de suivi est souvent inévitable.

L'échantillonnage au secours des agents de terrain

Réduire la charge de travail sur le terrain peut se traduire, soit par la mise au point d'une nouvelle méthode, soit par l'allègement d'une méthode déjà utilisée, grâce à un échantillonnage du réseau d'observation (constitué, par exemple, de secteurs de comptage ou de points d'écoute). La première option nécessite des études – souvent longues – pour évaluer et valider une méthode alternative. La seconde option offre un levier d'action bien plus immédiat. Ainsi, le réseau d'observation peut être échantillonné à l'aide d'un *dispositif d'échantillonnage probabiliste*, fondé sur le principe d'un tirage aléatoire. S'il faut bien admettre que la théorie est peu abordable pour tout un chacun (voir par exemple Tillé, 2001), en revanche, sa mise en œuvre sur le terrain n'est pas compliquée.

Par définition, échantillonner c'est « prendre une partie pour juger d'un tout » (**encadré 1**). Dans un cadre scientifique, l'échantillonnage est de préférence conduit selon des principes statistiques. Pour sélectionner un échantillon, on peut employer différents dispositifs élémentaires, dont l'efficacité est variable (**encadré 2**). Ceux-ci peuvent être combinés entre eux pour donner des dispositifs complexes (Scherrer, 1983 et Ardilly, 2006). La panoplie est donc suffisamment large pour pouvoir s'adapter aux différents cas de figure rencontrés sur le terrain, en fonction des objectifs et des contraintes.

Connaissant le dispositif d'échantillonnage employé pour générer l'échantillon utilisé, on dispose de formules qui permettent d'exploiter les données obtenues sur l'échantillon pour juger de la totalité du département ou de la région (par exemple), avec une précision statistique connue (Scherrer, 1983 et Ardilly, 2006).

Exemple d'application : les comptages du faisan commun

Contexte

Le calcul d'un plan de chasse pour le faisan commun repose sur la densité en coqs chanteurs au printemps et sur un indice de succès de la reproduction.

Le recensement des coqs se fait sur la base d'un comptage au chant en avril, en fin de journée (Mayot, 1994). Le site à prospecter est divisé en secteurs de comptage contigus, couvrant de 50 à 100 hectares selon la topographie. Dans le cas des populations naturelles, le comptage est planifié sur l'intégralité de la surface des groupements de gestion, qui

Encadré 1

L'échantillonnage : un principe de la vie quotidienne

Nous avons tous une expérience pratique de l'échantillonnage : il s'agit de juger d'un tout, n'en connaissant qu'une partie. Lorsque nous feuilletons un livre en librairie et que nous lisons une phrase piochée de-ci de-là, nous échantillons l'ensemble des phrases. Si les quelques phrases que nous avons lues nous plaisent, alors nous pouvons prendre la décision d'acheter le livre ; sinon, nous le reposons et en cherchons un autre. Bien entendu, il subsiste toujours le risque que le livre, une fois lu entièrement, ne nous plaise pas. Pour autant, nous avons pu prendre la décision de l'acheter sans l'avoir entièrement lu en librairie (le libraire n'aime en général pas que son magasin tienne lieu de bibliothèque municipale !). Cet exemple montre que dans la vie courante, nous pouvons prendre des décisions à partir de données incomplètes, en acceptant de nous tromper de temps en temps. En effet, on ne peut pas toujours attendre d'avoir toutes les données nécessaires pour prendre la décision adaptée à une situation (parfois, il n'est même pas possible de savoir si nous avons tous les éléments nécessaires pour agir sans nous tromper). Cet exemple introduit quelques éléments fondamentaux. Les quelques phrases lues constituent un échantillon de toutes les phrases du livre qui constituent la population échantillonnée. L'échantillon de phrases nous donnera un aperçu du livre d'autant plus précis que celui-ci est homogène (qualité du style, intrigue...). Si la rédaction est homogène uniquement à l'intérieur des chapitres, alors nous avons intérêt à lire quelques phrases dans chaque chapitre.

“ Par définition, échantillonner c'est « prendre une partie pour juger d'un tout » ”



Pour calculer un plan de chasse « faisan », il faut notamment recenser les coqs chanteurs au printemps. Cette opération requiert une logistique d'autant plus grande que le territoire est vaste...

© J.-B. Puchala/ONCFS

s'étendent généralement sur plusieurs milliers d'hectares. La logistique est donc considérable puisqu'il s'agit de réunir 100 à 250 personnes, un même soir. De plus, le succès d'implantation du faisan, et par voie de conséquence l'augmentation du nombre de terrains à prospecter, rend difficile la planification de ces opérations techniques – qui en outre ne sont pas les seules à cette période de l'année (comptages de chevreuils, par exemple).

Pour tenter d'optimiser les moyens disponibles, une évaluation de l'approche par échantillonnage probabiliste a été

réalisée sur trois Groupements d'intérêt agro-sylvo-cynégétique (GIASC) du Loir-et-Cher : Gratteloup (3 500 ha) de 2000 à 2009, Les Hayes (1 637 ha) de 2002 à 2009 et Beauce Gâtine (1 053 ha) de 2004 à 2009. Sur ces trois sites, nous disposons des effectifs « absolus » dénombrés sur chaque secteur de comptage. Cette connaissance a été mise à profit pour tester la précision de plusieurs dispositifs d'échantillonnage, comme aide à la décision pour les gestionnaires. Ce travail prolonge celui mené par Mayot *et al.* (1992).

Encadré 2

Les différents dispositifs d'échantillonnage

Lorsqu'un comptage est dit *exhaustif*, il est réalisé par définition sur la totalité des secteurs du site (au nombre de N). Le résultat du comptage est : 1- une valeur mesurée (un effectif total par exemple) et 2- une éventuelle imprécision de mesure (l'effectif minimal et l'effectif maximal calculés en fonction des incertitudes de terrain – doubles-comptages par exemple).

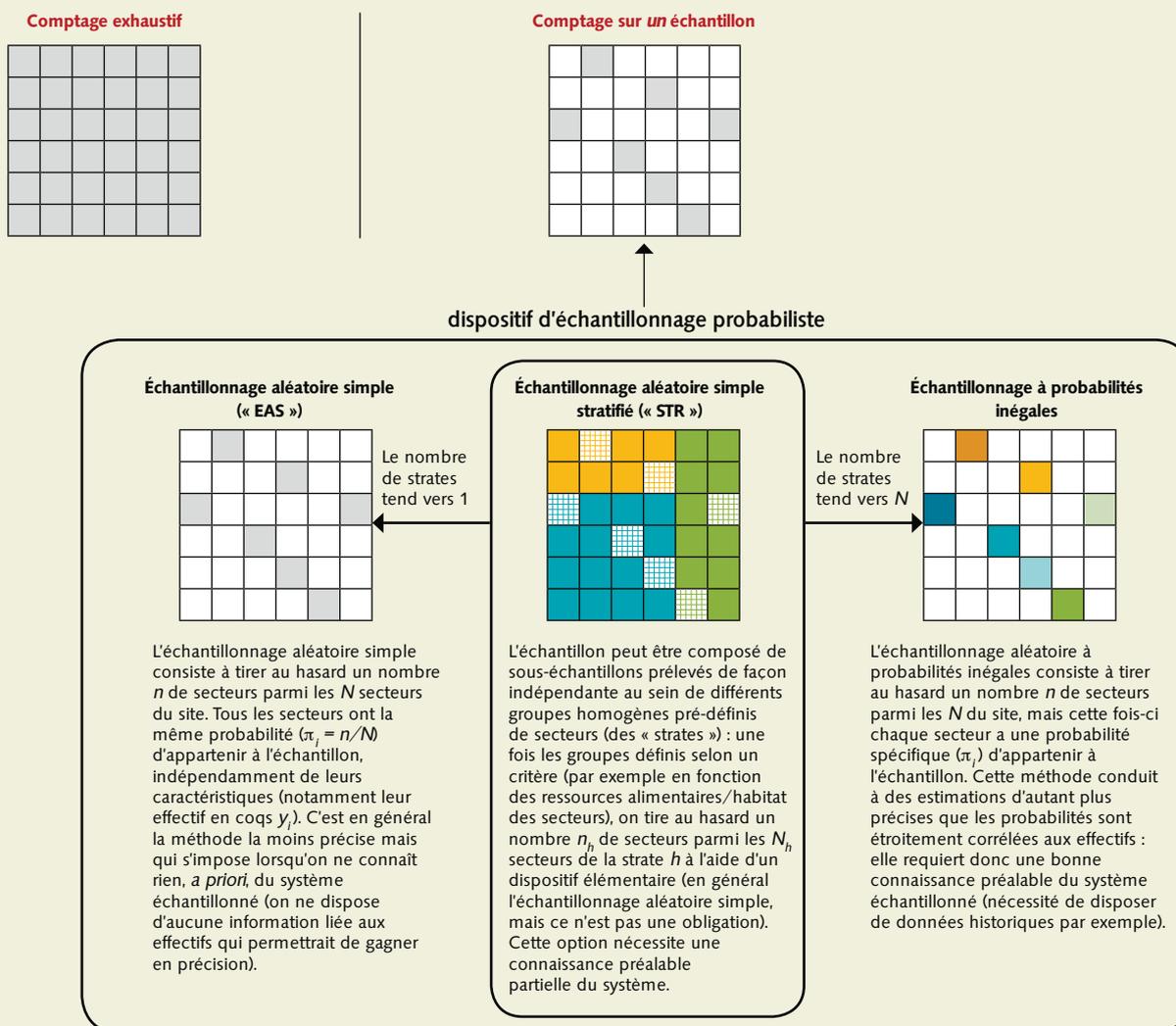
On peut également réaliser un comptage sur un échantillon de n secteurs (n inférieur à N). Le résultat est alors une valeur estimée (ou plus simplement « une estimée ») et une imprécision de mesure comme précédemment, à laquelle s'ajoute à présent une imprécision d'estimation, qui dépend du dispositif d'échantillonnage choisi pour sélectionner l'échantillon. En effet, si l'on appliquait le dispositif d'échantillonnage plusieurs fois, nous obtiendrions à chaque fois un échantillon particulier (distinct des autres, du fait de l'aléa dans la sélection des secteurs), et donc à chaque fois aussi

une estimée particulière. L'imprécision d'estimation mesure les variations des estimées que l'on obtiendrait lors des différentes applications du dispositif.

L'échantillon de secteurs de comptage peut être tiré au sort selon différents dispositifs d'échantillonnage probabiliste (figure A). La sélection des secteurs se fait par un tirage au sort dont nous contrôlons les propriétés. Tout se passe comme si l'appartenance de chaque secteur à l'échantillon était décidée en tirant à pile ou face avec une pièce « truquée », choisie de telle façon que le secteur apparaisse dans l'échantillon avec une certaine probabilité définie par le dispositif. En connaissant les *probabilités d'inclusion* des secteurs dans l'échantillon, nous pouvons calculer une estimée et lui adjoindre une mesure de précision : ces valeurs constituent le résultat final du comptage sur la base d'un échantillon de secteurs.

Figure A Schéma expliquant comment augmenter la précision d'un dispositif d'échantillonnage probabiliste.

Il existe deux dispositifs extrêmes : 1- l'échantillonnage aléatoire simple (« simple » signifie « mêmes probabilités »), qui est le dispositif le moins précis mais toujours réalisable en pratique ; 2- l'échantillonnage à probabilités inégales proportionnelles aux effectifs présents sur tous les secteurs de comptage, irréalisable en pratique³ mais que l'on va essayer d'approcher le plus possible. Les deux peuvent être vus comme des cas limites de l'échantillonnage aléatoire simple stratifié. Sur le schéma, on considère pour simplifier que les effectifs comptés sur les N secteurs sont tous différents.



³ Puisque cela impliquerait un comptage exhaustif, ce qui est en contradiction avec l'objectif de l'échantillonnage qui consiste précisément à l'éviter !

Les dispositifs d'échantillonnage utilisés

L'échantillonnage aléatoire stratifié (STR) est le type de dispositif testé dans cette étude. Quatre strates, correspondant à quatre groupes de secteurs de comptage, ont été utilisées. Les strates sont définies en fonction des effectifs de faisans dénombrés les X années précédentes. Pour que le dispositif soit efficace, les strates doivent être les plus homogènes possibles (la variabilité des effectifs de coqs faisans dans les strates doit être la plus faible possible). Nous avons construit les strates de trois façons différentes¹, ce qui conduit à trois dispositifs de type STR :

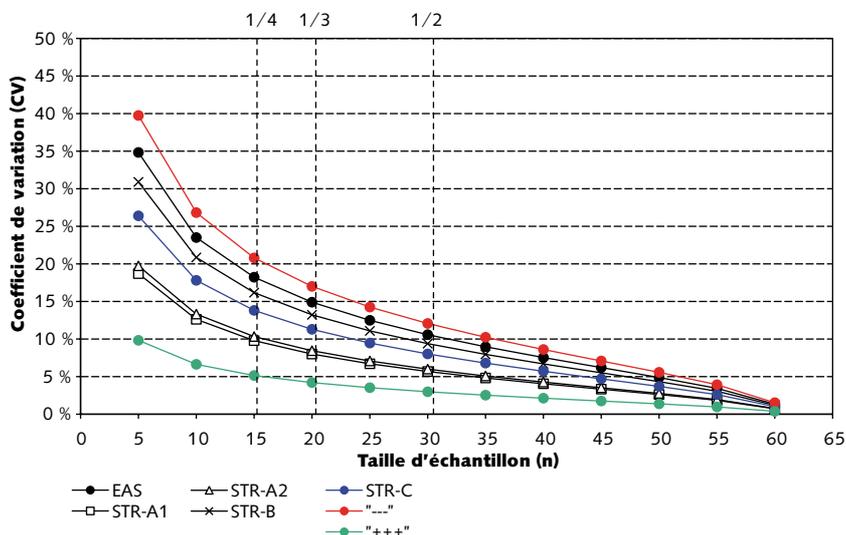
- le dispositif STR-A utilise des strates homogènes sur la base des données des X années (il peut prendre deux formes, STR-A1 et STR-A2, obtenues par deux méthodes différentes mais qui donnent des résultats très semblables) ;
- le dispositif STR-B utilise des strates les plus homogènes possibles après avoir regroupé les X années en une « pseudo-année » synthétique ;
- le dispositif STR-C utilise des strates qui maximisent la performance du dispositif en moyenne, tout en maximisant la régularité de cette performance pour les X années.

Ce qui distingue le STR-B du STR-A, c'est une étape préliminaire qui vise à « filtrer » une partie de la variabilité des données pour ne garder que l'essentiel et essayer ainsi d'assurer une certaine constance de la performance du STR pour les X années. Avec le STR-C on fait en sorte, explicitement, de garantir que le STR soit

¹ Pour des détails techniques, contacter P. Aubry.

Figure 1 Comparaison des coefficients de variation des différents dispositifs d'échantillonnage en fonction de la taille de l'échantillon.

Données 2007 issues du site du Gratteloup (N = 61 secteurs). Sur cet exemple, on voit que le comptage peut être réalisé sur la moitié des secteurs avec un CV inférieur à 10 %. Bien entendu, plus la taille de l'échantillon diminue, plus l'imprécision augmente.



“ Les comptages planifiés sur l'intégralité de la surface des groupements de gestion, qui s'étendent généralement sur plusieurs milliers d'hectares, sont très conséquents à organiser d'un point de vue logistique. ”



Outre les comptages au chant des faisans, avril est également la période où sont menées d'autres opérations techniques, comme les comptages de chevreuils. En allégeant la mise en œuvre des protocoles, l'échantillonnage peut permettre de mener tous les comptages.

© A. Guillem/ONCFS, SD72

performant régulièrement, afin d'avoir un dispositif robuste dans le temps. En effet, pour une même efficacité moyenne sur les X années, les STR-A et STR-B peuvent s'avérer très efficaces une année (pas nécessairement la même), et beaucoup moins une autre, alors que le STR-C doit bien se comporter toutes les années.

Trois autres dispositifs servent de points de comparaison : l'échantillonnage aléatoire simple (abrégié en « EAS ») qui représente l'option la plus simple (encadré 2), et joue donc en pratique le rôle du dispositif par défaut. Les deux autres dispositifs servent à situer les performances des dispositifs évalués par rapport à ce qui pourrait se faire de mieux (dispositif « +++ ») ou de pire (dispositif « --- ») en utilisant quatre strates : ils ne peuvent être considérés ici que parce que nous disposons des comptages exhaustifs pour chaque année.

La performance des dispositifs

Les dispositifs STR-A, STR-B et STR-C ont été évalués en calculant la précision relative (coefficient de variation ou CV) de l'estimation du nombre total de coqs faisans du site à partir des données de comptages sur un échantillon. Le CV correspond à ce que l'on obtient en moyenne pour tous les échantillons possibles qui peuvent être obtenus avec le dispositif utilisé. Plus le CV est élevé, moins le dispositif est précis.

Les résultats indiquent que :

- la précision dépend de la taille de l'échantillon : elle augmente lorsque la taille de l'échantillon augmente (la figure 1 illustre la forme de cette relation) ;

- les STR fournissent des estimations toujours plus précises que l'EAS (exemple en **figure 1**) ;

- pour un site donné, la performance relative des STR les uns par rapport aux autres varie selon les années (exemple en **figure 2**), de sorte qu'aucun dispositif ne s'avère uniformément meilleur que les autres ;

- comme attendu, le dispositif STR-C conduit bien à des résultats plus stables dans le temps que les dispositifs STR-A et STR-B (exemple en **figure 2**) – ce qui fait préférer cette méthode en pratique ;

- pour un échantillon comportant 50 % des secteurs de comptage, le dispositif STR-C fournit des estimations dont le CV varie de 6 à 9 % selon les années pour Gratteloup, de 8 à 17 % pour Les Hayes et de 6 à 15 % pour Beauce Gâtine ;

- pour un échantillon comportant 30 % des secteurs de comptage, la précision diminue plus ou moins selon les sites et les années : de 9 à 12 % pour Gratteloup, de 11 à 25 % pour les Hayes et de 8 à 20 % pour Beauce Gâtine.

Le dispositif le plus stable est-il validé sur le terrain ?

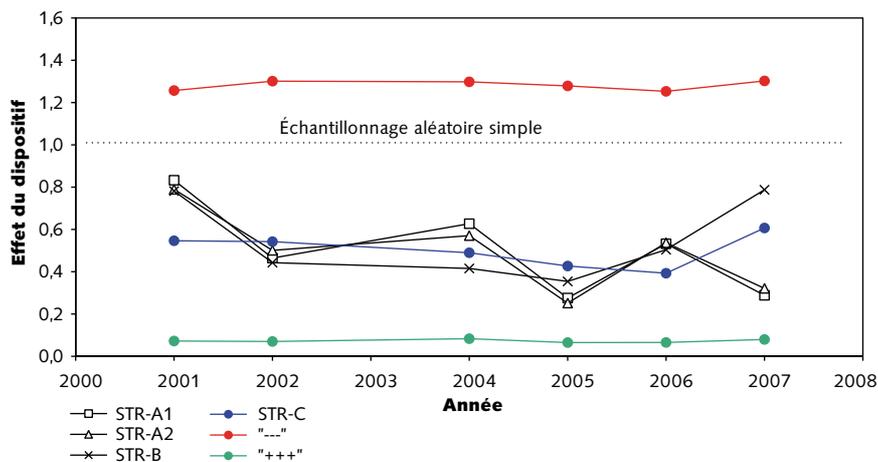
Pour évaluer en pratique le dispositif STR-C, nous avons calculé le coefficient de variation (CV) pour trois années qui n'ont pas servi à la définition des strates (2008, 2009 et 2010). Les performances du dispositif varient selon les sites et les années, selon que les données ressemblent plus ou moins à celles rencontrées les X années précédentes.

Comparons, par exemple, les données du site de Gratteloup par rapport à 2007. En 2008, pour un échantillon d'environ 50 % de secteurs de comptage, le CV est équivalent à celui obtenu en 2007 (entre 7 et 8 %) parce que les effectifs comptés sur les différents secteurs au cours de ces deux années sont corrélés ($r = 0,60$). En revanche, le CV de 2009 est plus élevé (environ 9 %) car la corrélation entre les effectifs de 2007 et de 2009 est moins forte ($r = 0,38$). En 2010, le CV est à nouveau élevé (environ 9 %) et la corrélation des effectifs avec ceux de 2007 est du même ordre de grandeur qu'en 2009 ($r = 0,40$). Dans tous les cas, le dispositif STR-C est plus performant que l'EAS, mais toutefois assez faiblement (différence de CV d'environ 2 % en 2008 et seulement 1 % en 2009 et 2010).

Sur le moyen ou le long terme, le gain de précision obtenu par un dispositif plus complexe qu'un tirage aléatoire simple (EAS) serait donc finalement assez faible.

Figure 2 Effets (par rapport à l'EAS) des différents dispositifs.

Ce graphique permet de comparer directement les différents STR pour ce qui concerne à la fois leur performance (précision) et la stabilité de cette performance dans le temps. Lorsque l'effet d'un dispositif est inférieur à 1, les estimations obtenues à l'aide de ce dispositif sont plus précises en moyenne que celles obtenues à l'aide de l'EAS. Données issues du site de Gratteloup.



Le principe de l'échantillonnage est d'estimer l'effectif total de faisans sur le territoire à partir d'un comptage partiel sur un échantillon de secteurs. L'inévitable erreur d'estimation que cela engendre est connue, et c'est cette mesure de précision qui donne toute sa valeur à la méthode employée.

© R. Rouxel/ONCFS

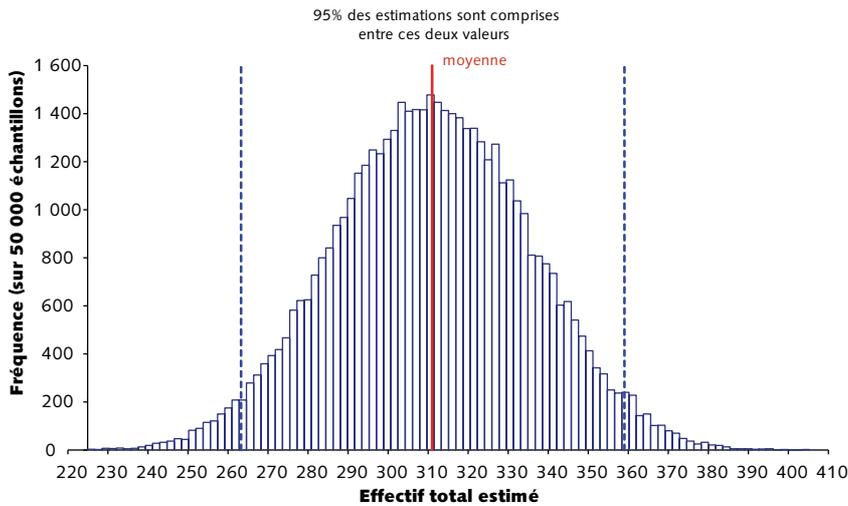
Que se passe-t-il pour un échantillon particulier ?

Jusqu'à présent, nous avons discuté de la performance du dispositif (c'est-à-dire en moyenne, pour tous les échantillons qu'il peut produire) ; mais en pratique, l'effectif total est estimé à partir d'un seul échantillon. En faisant cette estimation, on commet inévitablement une erreur, qui varie d'un échantillon à l'autre. La théorie de l'échantillonnage probabiliste permet de déterminer la variabilité de cette erreur et donc de donner une indication concernant la précision de l'estimation : c'est

cette mesure de précision qui confère tout son intérêt à la démarche statistique employée.

Prenons, par exemple, le site de Gratteloup et l'année 2008. En utilisant le dispositif STR-C et une taille d'échantillon de 30 secteurs, il existe environ 400 000 échantillons distincts possibles. Produisons 50 000 échantillons afin de donner une bonne approximation de la distribution de l'effectif estimé (**figure 3**). La moyenne des effectifs estimés coïncide exactement avec l'effectif total vrai (ici 311 coqs dénombrés). En moyenne, il n'y a donc pas d'erreur. Pour un échantillon particulier,

Figure 3 Distribution d'échantillonnage de l'effectif total estimé de coqs faisans sur le site de Gratteloup (N = 61 secteurs) en 2008, à partir d'un échantillon de secteurs (n = 30) obtenu par le dispositif STR-C.



© E. Midoux/ONCFS

la probabilité pour que l'erreur d'estimation reste modérée est élevée : 95 % des effectifs estimés sont compris entre 263 et 359 coqs faisans (figure 3). Mais la distribution d'échantillonnage illustre également le fait qu'il existe un risque (très faible, mais pas nul) d'estimer l'effectif total bien en deçà ou bien au-delà de ce qu'il est en réalité (par exemple 230 ou 390 coqs). L'objectif est évidemment d'avoir une distribution la plus concentrée possible autour de 311, l'effectif total vrai que l'on cherche à estimer.

En conclusion

La théorie de l'échantillonnage probabiliste offre un cadre général qui peut s'adapter à d'innombrables cas particuliers en fonction des objectifs (par exemple, estimer un effectif total, un âge-ratio ou une aire de distribution), mais aussi des contraintes (par exemple, précision requise et/ou moyens humains disponibles) et des connaissances ou hypothèses à propos du système étudié.

Dans le cas de l'échantillonnage aléatoire stratifié, il n'y a pas de méthode de construction des strates dont on puisse être certain qu'elle conduira à une estimation plus précise que les autres tous les ans, et cela quel que soit le site. Dans l'exemple du faisans, le dispositif d'échantillonnage STR-C apparaît à la fois raisonnablement précis tout en présentant une certaine stabilité dans le temps. Pour autant, on ne peut pas préjuger de ses performances à venir. Mais en tout état de cause, il est vraisemblable que dans le pire des cas, la précision atteinte ne sera pas inférieure à celle d'un échantillonnage aléatoire simple non stratifié.

Le dispositif STR-C a été appliqué à trois

sites. Comme le travail méthodologique réalisé est à chaque fois ciblé sur les données disponibles, il peut difficilement être généralisé sous forme d'un outil « presse-bouton » utilisable immédiatement et dans tous les cas. Le seul dispositif qui puisse l'être est l'EAS, qui ne nécessite aucune connaissance du système étudié. En contrepartie, c'est aussi le dispositif le moins efficace².

Dans l'exemple présenté, l'objectif était d'estimer l'effectif total de coqs faisans à l'échelle d'un grand territoire, à partir d'un échantillon de secteurs de comptage, connaissant les effectifs dénombrés sur tous les secteurs au cours des années précédentes. Le STR-C répond à cette demande spécifique. Si l'objectif est modifié (par exemple si l'on souhaite obtenir des estimations à l'échelle communale), ou si de nouvelles contraintes doivent être prises en compte (échantillonnage spatial particulier, par exemple), alors le dispositif doit être repensé. Toutefois, certaines contraintes peuvent s'avérer difficilement conciliables : exiger, par exemple, une réduction significative du nombre de secteurs prospectés, et vouloir en même temps une précision élevée pour des estimations au niveau local, est clairement contradictoire.

Cette étude montre que l'échantillonnage peut permettre de réduire de façon assez importante l'effort de suivi sans pour autant que la précision de l'estimation soit trop altérée. Si la théorie de l'échantillonnage probabiliste ne peut pas faire de « miracle », elle peut toutefois composer avec ce qu'on lui donne, et les possibilités sont innombrables...

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont recueilli année après année les données de terrain qui ont servi à ce travail, et en particulier D. Peltier (Service technique FDC 41). Nous remercions également Pierre Mayot et Yves Ferrand (ONCFS) pour leurs commentaires sur une première version de cet article. ■

² On peut obtenir un dispositif encore moins efficace comme nous l'avons illustré avec le dispositif « \leftrightarrow », mais il faut vraiment le faire exprès !

Bibliographie

- Ardilly, P. 2006. *Les techniques de sondage*. Technip, Paris, France. 675 p.
- Mayot, P. 1994. *Horaires et périodes les plus favorables pour dénombrer les coqs faisans chanteurs*. *Bull. Mens. ONC* n° 195 : 32-37.
- Mayot, P. Marchandeu, S. & Reitz, F. 1992. *Les comptages des coqs faisans chanteurs sur échantillons : des précautions à prendre*. *Bull. Mens. ONC* n° 168 : 7-10.
- Scherrer, B. 1983. *Techniques de sondage en écologie*. In : S. Frontier (éd.). 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Masson, Paris, France : 63-162.
- Tillé, Y. 2001. *Théorie des sondages*. Dunod, Paris, France. 284 p.