

Évolution des populations de renards en France

Analyse des suivis réalisés par comptages nocturnes (2004-2013)

SANDRINE RUETTE¹, NICOLAS LIEURY^{2,3},
MICHEL ALBARET¹,
JEAN-PIERRE ARNAUDUC⁴,
SÉBASTIEN DEVILLARD²

¹ ONCFS, CNERA Prédateurs et animaux
déprédateurs – Gères.

² Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie
marine et continentale, Aix-Marseille Université,
Technopôle Arbois-Méditerranée – Aix-en-Provence.

³ Laboratoire de Biométrie et Biologie évolutive,
Université de Lyon 1, CNRS UMR 5558 – Villeurbanne.

⁴ Fédération nationale des chasseurs –
Issy-les-Moulineaux.

Une enquête nationale, réalisée en 2013 auprès des fédérations départementales des chasseurs, a permis de rassembler les suivis de renards par comptages nocturnes aux phares sur un ensemble de territoires français. Une analyse sur dix ans met en évidence une pente très légèrement positive des indices kilométriques d'abondance et une stabilité moyenne des densités de renards. Explications.

Une bonne participation à l'enquête

Les suivis des populations de renards par comptages nocturnes à l'aide de phares sont souvent utilisés comme des indicateurs de l'évolution des populations à l'échelle locale d'un territoire d'étude (Stahl, 1990a et b). En collaboration avec la Fédération nationale des chasseurs (FNC), une enquête nationale a été lancée en juillet 2013 auprès des FDC. Cette enquête avait pour objectif de rassembler des données de comptages nocturnes de renards sur un ensemble de territoires en France, afin d'estimer leur tendance d'évolution au niveau national. Au total, 54 FDC ont répondu à cette enquête (*carte 1*) et fourni des suivis sur 185 territoires différents.

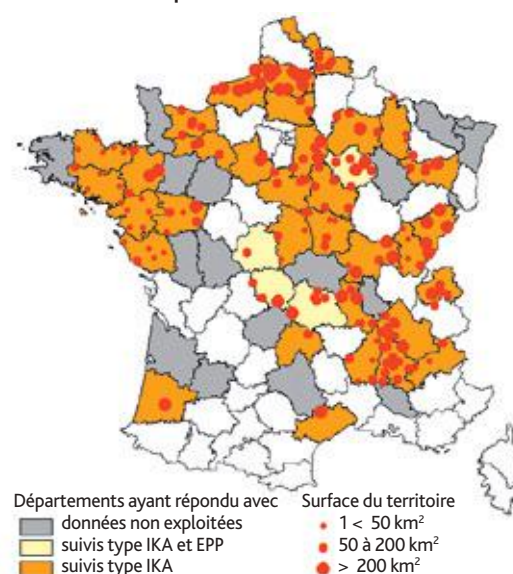
Nous avons sélectionné des territoires :

- clairement délimités géographiquement et/ou identifiés par leurs caractéristiques de gestion ;

- suivis pendant au moins cinq ans, et à la même saison ; pour la grande majorité des sites, les suivis ont eu lieu en hiver, de décembre à mars, et quelquefois jusqu'en avril-mai pour quelques zones d'altitude ;
- sur lesquels au moins deux répétitions (nuits) avaient été effectuées tous les ans ;
- sur lesquels les distances parcourues et éclairées étaient connues avec précision.

Deux méthodes pouvaient être utilisées : la méthode IKA (indice kilométrique d'abondance), pour laquelle les comptages sont réalisés le long de circuits ou tronçons, et la méthode EPP (échantillonnage par points avec projecteurs), pour laquelle les

Carte 1 Répartition des FDC ayant répondu à l'enquête et des territoires retenus.



comptages sont réalisés sur des points d'observation.

Des séries temporelles longues, remontant jusqu'à 1993 sur quelques territoires, ont été transmises mais n'ont pas été retenues dans leur totalité. Le nombre de territoires suivis a été suffisamment important pour caractériser la tendance d'évolution moyenne des populations sur ces territoires au cours des dix dernières années, soit entre 2004 et 2013 (en moyenne $125,5 \pm 37,6$ territoires suivis selon les années – [56-163]). Pour les suivis par IKA, 166 territoires remplissaient les conditions requises, répartis dans 38 départements (*carte 1*). Les suivis par EPP ont concerné 9 territoires, répartis dans 4 départements.

Des territoires et des efforts de comptage variés

Les territoires retenus sont très peu représentés dans le quart sud-ouest et dans le sud-est de la France (*carte 1*). Ils correspondent à des types de milieux très variés, qui peuvent être regroupés en quatre grandes catégories : les territoires à dominante de plaines cultivées ($n = 69$), les zones de polyculture-élevage ($n = 29$), les zones à dominante bocagère, comprenant les vignobles, les zones de maraîchage et des coteaux ($n = 41$), et les prairies et zones d'herbage, parfois en altitude ($n = 27$). La proportion de milieu boisé est très variable, allant de moins de 1 % à 81 % (en moyenne 28 ± 21 %). Ces territoires sont situés dans 121 régions agricoles différentes.

La surface moyenne des territoires est de 206 ± 371 km² ($n = 166$) et plus de la moitié d'entre eux ont une surface comprise entre 50 et 200 km² ($n = 85$), taille habituellement recommandée pour le suivi des populations de renards (Ruette, 2003). Trente-neuf territoires ont une surface plus petite (minimum 11 km²) et 42 une surface plus grande (maximum 3 910 km²).

La distance parcourue par comptage a été de 73 ± 86 km en moyenne ([5,34-594]). Globalement, elle est corrélée positivement à la surface du territoire. Le nombre de kilomètres prospectés par unité de surface est cependant plus élevé sur les territoires restreints (moins de 50 km² : $0,72 \pm 0,45$ km/km²) et plus faible sur les vastes territoires (plus de 200 km² : $0,32 \pm 0,30$ km/km²) par rapport aux territoires d'une surface de 50 à 200 km² ($0,59 \pm 0,48$ km/km²).

Tous ces éléments traduisent une grande variabilité des territoires, aussi bien dans leurs caractéristiques paysagères que concernant les surfaces et distances prospectées.

Des indices kilométriques stables depuis dix ans

L'IKA est en moyenne de $0,43 \pm 0,39$ renard/km parcouru sur les 166 territoires, avec de grandes variations d'un territoire à l'autre et d'une année à l'autre (*figure 1a*). Un modèle linéaire généralisé mixte a permis de tester l'évolution moyenne de l'IKA au cours des dix années, en prenant en compte la diversité des territoires suivis en termes de superficie (< 50 km², 50-200 km², > 200 km²). Malgré de fortes variations d'un territoire à l'autre, ce modèle montre une tendance positive à l'augmentation de l'IKA

Figure 1a Boîte de dispersion en violon de l'IKA par année sur les 166 territoires suivis.
Barre rouge : médiane ; boîte rouge : distribution comprenant 50 % des valeurs s'étendant du quartile 0,25 au quartile 0,75 ; boîte en violon en gris : répartition des données.

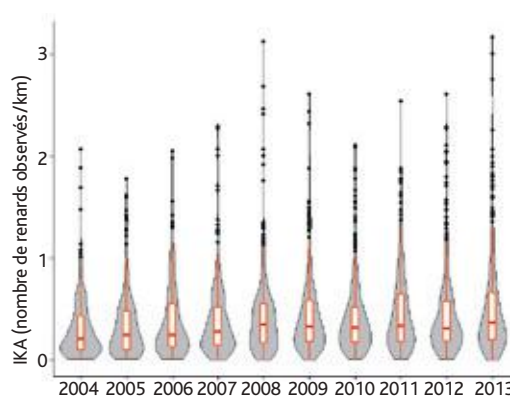
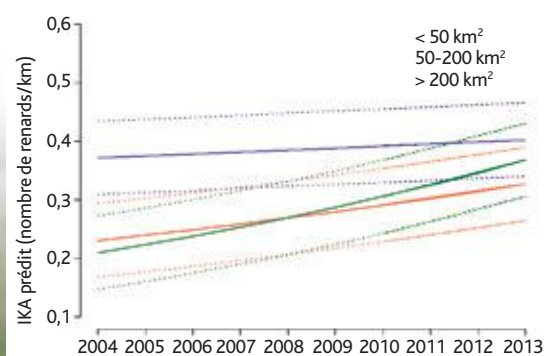


Figure 1b Évolution moyenne de l'IKA prédit par le modèle linéaire généralisé mixte retenu pour un parcours de 41 km (valeur médiane sur les 166 territoires) en fonction de la superficie du territoire.



▼ L'analyse révèle une tendance significative à l'augmentation très légère de l'IKA renard entre 2004 et 2013 sur les territoires de plus de 50 km².



entre 2004 et 2013, significative sur les territoires de plus de 50 km² ($< 0,001$) mais pas sur ceux de moins de 50 km² (*figure 1b*). L'augmentation estimée sur les territoires de plus de 50 km² reste néanmoins très faible sur dix ans.

Peut-on passer de l'IKA à des estimations de densités ?

Prise en compte de la détectabilité

La tendance précédemment estimée à partir de l'IKA ne peut pas être extrapolée directement en termes de densité de renards, car cet indice ne prend pas en compte la détectabilité des individus et il n'est pas obligatoirement proportionnel à la densité. Pour conclure à une tendance en termes de densités, il fallait donc d'abord vérifier que la détectabilité n'avait pas varié au cours du temps et qu'elle était similaire d'un territoire à l'autre. En effet, des modifications des milieux, des améliorations liées au matériel (phares plus puissants) ou des changements d'observateurs pourraient avoir rendu les observations de renards plus faciles au cours du temps. Enfin, il fallait vérifier que la proportionnalité de la relation entre l'indice IKA et la densité était la même pour toutes les densités de renards, car la détection pourrait être plus facile à forte densité.

Une étude menée dans les années 2000 avait permis d'estimer les densités en renards par la méthode *distance sampling* sur douze territoires en France (Ruet *et al.*, 2003). Cette méthode permet en effet d'estimer une densité D à partir de données de comptages nocturnes. Le principe est d'estimer la largeur effective de la bande éclairée (ESW) à partir des distances entre observateurs et renards, mesurées précisément à l'aide d'un télémètre. La densité D est directement reliée à l'IKA, selon la formule : $D = IKA / 2 * ESW$, au facteur $1/2 * ESW$ près. ESW traduit la détectabilité des renards sur un territoire. La méthode *distance sampling* nécessite un travail important sur le terrain et l'acquisition de matériel spécifique assez coûteux ; mais elle intègre explicitement la probabilité de détection des individus au calcul de densité.

À partir des données des années 2000 et en ajoutant les données plus récentes de territoires d'Ille-et-Vilaine (Lieury *et al.*, 2015 – *figure 2a*), nous avons utilisé une méthode récente de *multiple covariates distance sampling* associant des covariables, afin d'étudier la variabilité temporelle et spatiale de ESW sur les différents territoires. Ainsi, nous voulions vérifier que les variations des ESW entre territoires pouvaient être négligées ou expliquées par des facteurs paysagers mesurables, et que ces variations temporelles ne biaisaient pas la tendance estimée.



© P. Massit / ONCFS

▲ Les variations de détectabilité des renards entre territoires lors des comptages nocturnes aux phares sont faibles en valeur par rapport aux variations des IKA, justifiant l'utilisation de cette méthode pour estimer l'évolution des populations.

Figure 2a Localisation des quinze territoires suivis par *distance sampling*.

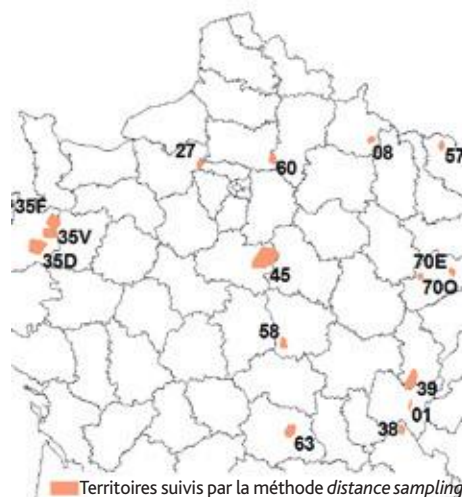
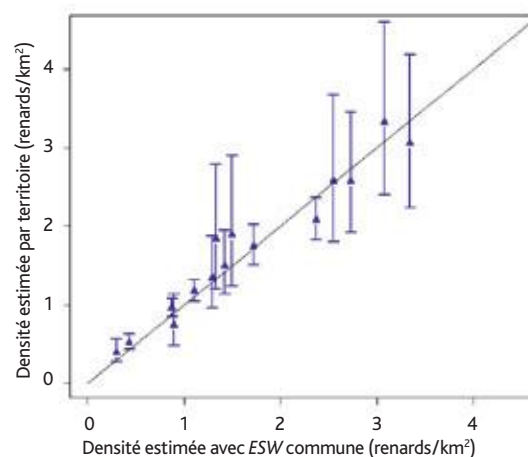


Figure 2b Comparaison des estimations de densités obtenues avec une ESW commune sur les quinze territoires étudiés aux estimations obtenues à partir d'une ESW propre à chaque territoire (IC 95 %).



Pour caractériser les territoires, nous avons étudié des variables du paysage qui pourraient influencer la valeur de la largeur effective de la bande éclairée. Deux groupes d'indices ont été construits pour chaque territoire : des indices de fragmentation forestière à partir des données « végétation » de la BD Topo (IGN), qui permet de prendre en compte les surfaces boisées (bois, haies et bosquets) d'une surface totale minimale de 500 m², et des indices traduisant le relief construits à partir de données de BD Alti 75 mètres (IGN). Les quinze territoires étudiés présentent de grandes variations de la proportion de surfaces boisées (8,2 à 55,9 %), mais également de la répartition de ces patchs boisés (nombre et taille moyenne), de la disponibilité en lisières (densité et longueur moyenne par patch) et de la distance moyenne au patch voisin le plus proche. En termes de relief, la pente moyenne varie entre 2 et 17,7 %, et les indices de relief, soit la mesure vectorielle de la rugosité du paysage (VRM d'après Sappington *et al.*, 2007) et l'indice de rugosité du paysage (TRI d'après Riley, 1999), varient respectivement de 0,1 à 5 et de 27 à 200.

Les analyses *distance sampling* permettent de retenir les points suivants :

- au sein d'un territoire, il n'y a pas de tendance mais des variations non statistiquement significatives de la détectabilité au cours du temps, ce qui justifie l'identification d'une tendance d'évolution sur les IKA ;
- entre les différents territoires, la probabilité de détecter des renards à longue distance varie significativement. Elle ne peut donc pas être considérée comme équivalente entre tous les territoires. De plus, aucune des variables environnementales testées n'a permis de rendre compte des variations de *ESW* entre les territoires. Ces différences sont donc à relier à d'autres facteurs qui influent sur la « visibilité » lors des comptages : des différences entre observateurs, des variations liées aux conditions climatiques (brumes et brouillards locaux), des différences de comportement des renards d'un territoire à l'autre ou une combinaison plus complexe de variables environnementales.

La meilleure solution pour estimer les densités serait d'estimer sur chaque territoire la largeur effective de la bande éclairée par la mise en place d'un protocole *distance sampling* pour une année. Les IKA réalisés les années suivantes pourraient alors être extrapolés, s'il n'y a pas de modification importante du paysage.

L'IKA est prépondérant pour l'estimation d'une densité

Néanmoins, les variations de détectabilité des renards entre territoires sont faibles en valeur par rapport aux variations des IKA. Un examen précis des gammes de variation des *ESW* sur les quinze territoires montre que plus de 80 % de la variance de l'estimation de la densité sont expliqués par l'IKA, celui-ci jouant donc un rôle prépondérant dans cette estimation. La comparaison des estimations de densités calculées, d'une part à partir d'une *ESW* commune, et d'autre part à partir d'une *ESW* propre à chaque territoire, permet de juger de l'erreur commise en ignorant les différences de détectabilité entre territoires (*figure 2b*). Elle montre que les écarts sont le plus souvent faibles, en moyenne $13\% \pm 11\%$, avec toutefois des écarts allant jusqu'à 20 à 38 % sur quatre territoires mais qui restent toujours dans

l'intervalle de confiance des estimations de densités. La relation entre l'IKA et la densité est donc approximativement proportionnelle.

Ainsi, en l'absence d'une estimation de la largeur effective de la bande éclairée pour chaque territoire, les IKA peuvent être extrapolés à des densités en utilisant l'estimation globale calculée sur les quinze territoires, soit *ESW* = 221 mètres (CV 4,8 % ; [201,4-242,5]). La gamme des IKA mesurés sur les territoires étudiés par *distance sampling* couvre la gamme des IKA observés sur les 166 territoires. À l'IKA moyen de 0,43 correspond une densité de 0,97 renard/km² environ. En 2013, 50 % des IKA étaient compris entre 0,20 et 0,66 avec un maximum de 2,99, soit une gamme de densités allant de 0,45 à 1,49 renard/km² et un maximum de 6,7.

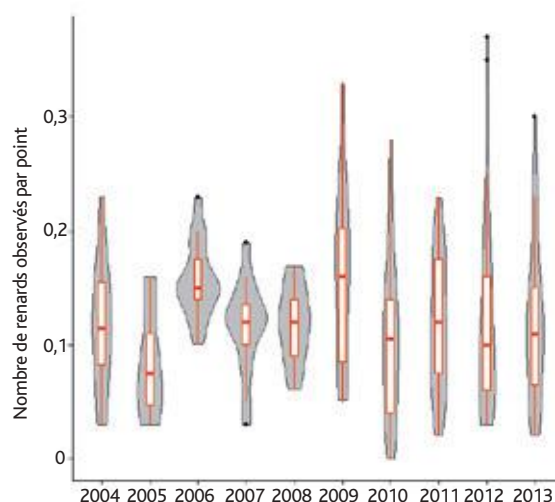
Les données et résultats pour les suivis par EPP sont présentés dans l'*encadré*.

► Encadré • Les territoires suivis par EPP

Sur les neuf territoires suivis par la méthode EPP, le taux de rencontre était en moyenne de $0,13 \pm 0,07$ renard par point. Cependant, aucune tendance significative n'est identifiée par l'analyse de ces données, comme l'illustrent les grandes variations observées d'une année à l'autre (*figure 3*).

La méthode *distance sampling par point transect* a été utilisée sur cinq territoires en France (Ain, Jura, Puy-de-Dôme et Aube). Les analyses conduisent à des résultats similaires à ceux obtenus avec des données le long de circuits ou tronçons. Ainsi, au sein d'un même territoire, les variations de la détectabilité au cours du temps semblent peu importantes ; mais entre les différents territoires, la probabilité de détecter des renards à longue distance varie. Par contre, la gamme de variation est plus importante que pour les données de type IKA et joue un rôle important dans l'estimation des densités. Il n'est donc pas possible d'extrapoler les taux de rencontre en densités à partir de ces données.

Figure 3 Boîte de dispersion en violon du taux de rencontre par année sur les neuf territoires suivis par EPP.



Les comptages nocturnes de renards, des indicateurs fiables de l'évolution des populations ?

Oui...

Notre étude montre que les suivis répétés des populations de renards par comptages nocturnes aux phares peuvent constituer de bons indicateurs de l'évolution des populations. En effet, nos analyses ont montré la faible variation de la distance de détection des renards dans le temps pour un territoire donné, justifiant l'utilisation des IKA comme indicateurs. Ainsi, les modifications des paysages au cours des dix dernières années, comme la réduction des haies et des zones de bocage, ne semblent pas avoir conduit à faire varier la détection des renards. Ce point mériterait cependant d'être vérifié sur un nombre plus important de territoires.

... mais avec des améliorations à envisager

Tout d'abord, la précision autour des IKA est corrélée au nombre de répétitions réalisées au cours d'une même année, et cette précision détermine la capacité à détecter une tendance. Dans notre cas, cette précision était en moyenne de 28 à 36 % sur les territoires suivis (coefficient de variation), avec des valeurs dépassant parfois les 100 %. À cause d'un nombre de répétitions souvent faible (pas plus de deux par an dans 34 % des territoires), la précision des IKA actuellement réalisés en France est assez faible. Cette précision pourrait être grandement

améliorée en augmentant le nombre de répétitions effectuées chaque hiver. Si cet effort supplémentaire peut paraître difficile, il pourrait en fait être envisagé après avoir rationalisé la surface des territoires suivis, la distance parcourue comme le nombre de parcours. Dans certains territoires, l'économie des coûts de suivi engendrée par cette standardisation pourrait être réallouée au nombre de répétitions. Pour rendre les résultats plus comparables, un protocole commun à un ensemble de territoires pourrait être proposé, précisant notamment la méthode d'échantillonnage, fixant la taille des territoires et un nombre de répétitions par année entre 3 et 6.

Ensuite, la détectabilité des renards à longue distance (*ESW*) semble varier sensiblement entre territoires, sans que nous n'ayons pu identifier de variables du paysage expliquant ces variations. La réalisation des comptages en période hivernale, lorsque la population ne concerne que des adultes, limite certaines variations dans l'activité et le comportement des renards. Néanmoins, d'autres facteurs peuvent induire des variations entre territoires, comme par exemple la pression de chasse et de piégeage, pouvant influencer sur le comportement de fuite ou de dissimulation d'individus. Pour les futurs suivis, il conviendrait de relever tous les éléments pouvant faire varier la détection (observateurs, conditions climatiques et météorologiques, habitats...) et de répéter au maximum les parcours dans les mêmes conditions d'observation.

Enfin, même si l'influence des variations d'*ESW* sur les estimations de densités semble modérée, l'extrapolation de l'IKA aux

densités en utilisant une estimation d'*ESW* commune à tous les territoires conduit à diminuer la précision des estimations, donc la capacité à détecter des tendances. Cette extrapolation nous semble utile pour évaluer la gamme de densités de renards observées en France, mais nous ne recommandons donc pas son utilisation pour étudier les tendances par site. Il est préférable d'appliquer un protocole distance sampling, au moins la première année du suivi, afin d'estimer la détectabilité sur le territoire.

Les densités de renards augmentent-elles en France ?

Les résultats précédents montrent que les IKA sont en moyenne stables, voire légèrement en augmentation, au cours des dix dernières années sur tout un ensemble de territoires répartis en France. Si l'on traduit ce résultat en termes de densité de renards en utilisant une *ESW* commune, cela correspond à une augmentation de 0,07 renard/km² par an. La petite taille de l'effet mis en évidence nous invite donc à conclure en faveur d'une stabilité moyenne des populations de renards depuis dix ans sur une bonne partie du pays, sans tendance importante à la hausse ou à la baisse. Cette stabilité moyenne autorise cependant l'existence de variations locales plus marquées, équitablement réparties entre baisse et croissance. L'absence d'informations concernant la pression de prélèvement exercée sur ces territoires ne permet pas d'interpréter plus avant ces résultats.

▼ Pour améliorer la précision des IKA, qui est assez faible en France, il faudrait pouvoir davantage répéter les opérations de comptages au cours de l'hiver.



Comprendre les variations des densités

À l'avenir, et sous réserve d'une amélioration de la standardisation des protocoles de suivi des populations de renard, il serait intéressant d'essayer de comprendre les causes à l'origine des variations de densités entre les territoires et au cours du temps et de corrélérer ces variations aux types d'habitats, à la disponibilité en nourriture et à la pression de prélèvement. Identifier des effets permettrait d'envisager de nouvelles pratiques de gestion. Tout particulièrement, les suivis de populations pourraient être utilisés afin de mesurer l'impact de la chasse et du

piégeage sur les densités de renards, étendant ainsi aux territoires des travaux précédemment réalisés à l'échelle des GIC (Lieury *et al.*, 2015). Dans le cas présent, il semble que l'augmentation des densités ait été plus marquée dans les territoires de plus grandes surfaces. Or, des niveaux de prélèvement importants n'induisent par toujours des baisses de densités, l'immigration compensant rapidement les prélèvements sur des territoires de 200 à 300 km² (Lieury *et al.*, 2015). Les suivis de population permettraient d'améliorer notre compréhension de ces phénomènes et donc la gestion de l'espèce sur le territoire français. ●

Bibliographie

- ▶ Lieury, N., Ruetter, S., Devillard, S., Albaret, M., Drouyer, F., Baudoux, B. & Million, A. 2014. Compensatory immigration challenges predator control: an experimental evidence-based approach improves management. *Journal of Wildlife Management* DOI: 10.1002/jwmg.850.
- ▶ Riley, S.J., DeGloria, S.D. & Elliot, R. 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of sciences* 5(1-4): 23-27.
- ▶ Ruetter, S., Stahl, P. & Albaret, M. 2003. Applying distance sampling methods to spotlight counts of red foxes. *Journal of Applied Ecology* 40:32-43.
- ▶ Ruetter, S. 2003. Méthode de suivi des populations de renard : évaluations récentes et perspectives. *Rapport scientifique ONCFS 2002* : 64-66.
- ▶ Sappington, J.M., Longshore, K.M. & Thompson, D.B. 2007. Quantifying Landscape Ruggedness for Animal Habitat Analysis: A Case Study Using Bighorn Sheep in the Mojave Desert. *J. Wildl. Manag.* 71: 1419-1426. doi: 10.2193/2005-723.
- ▶ Stahl, P. 1990a. Suivi de l'abondance d'une population de renards (*Vulpes vulpes*) par comptages nocturnes : évaluation de la méthode. *Gibier Faune Sauvage* 7 : 293-309.
- ▶ Stahl, P. 1990b. Variabilité et sensibilité d'un indice d'abondance obtenu par comptages nocturnes chez le renard (*Vulpes vulpes*). *Gibier Faune Sauvage* 7 : 311-323.

▼ À l'avenir, comprendre les causes des variations de densités entre territoires et au cours du temps pourrait permettre d'adapter la gestion de l'espèce.

