

Les prélèvements de renards limitent-ils leur densité ?

La compensation par immigration, un concept-clé pour comprendre l'impact des prélèvements sur les populations de renards

NICOLAS LIEURY¹, SANDRINE RUETTE², MICHEL ALBARET²,
FRANCK DROUYER³, BRUNO BAUDOUX⁴, JÉRÔME LETTY⁵,
CHRISTOPHE URBANIC⁶, SÉBASTIEN DEVILLARD⁷, ALEXANDRE MILLON¹

¹ Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE), Aix-Marseille Université-CNRS-IRD-Université Avignon, Technopôle Arbois-Méditerranée – Aix-en-Provence.

² ONCFS, Direction de la recherche et de l'expertise, Unité Prédateurs et animaux déprédateurs – Gières.

³ Fédération départementale des chasseurs d'Ille-et-Vilaine – Saint-Symphorien.

⁴ Fédération départementale des chasseurs de l'Aube – La Rivière-de-Corps.

⁵ ONCFS, Direction de la recherche et de l'expertise, Unité Faune de plaine – Juvignac.

⁶ Fédération régionale des chasseurs de Champagne-Ardenne – Châlons-en-Champagne.

⁷ Laboratoire de biométrie et biologie évolutive, Université de Lyon 1, CNRS UMR 5558 – Villeurbanne.

Contact : sandrine.ruette@oncfs.gouv.fr



Le débat concernant l'efficacité des prélèvements pour réduire la densité des populations de renards est récurrent. Si leur effet a été démontré à l'échelle locale (moins de 10 km²), il est vrai qu'ils ne permettent pas toujours d'atteindre cet objectif à l'échelle régionale (1 000 km²). Comment expliquer ces différences de résultats d'une échelle à l'autre ? La présente analyse, réalisée sur cinq sites en Ille-et-Vilaine et dans l'Aube, apporte des éléments de réponse.

Une étude multisite quasi expérimentale

L'ONCFS, en collaboration étroite avec les fédérations départementales des chasseurs (FDC) de l'Ille-et-Vilaine et de l'Aube¹, a coordonné la mise en place d'un protocole portant sur l'intensité des prélèvements de

¹ Dans l'Aube, les données ont été récoltées dans le cadre d'une étude de l'impact de la prédation du renard sur le lièvre d'Europe (dont les résultats feront l'objet d'une publication future par l'Unité Faune de plaine de l'ONCFS).

renards sur cinq sites géographiques (*carte 1*). Ces sites correspondent à des groupements d'intérêt cynégétique (GIC), créés autour de la gestion du lièvre d'Europe. Les sites bretons (GIC du Bassin de Domagné, du Haut Couesnon et du Vendelais) sont constitués d'un bocage mélangeant élevage (porcs, bovins et volailles) et cultures annuelles (en majorité du maïs), avec peu de surfaces forestières (3 à 8 % selon les sites). À l'inverse, les sites champenois (Barrois et Sarce) sont plus contrastés et présentent une surface boisée plus importante (23 %) entrecoupée de cultures annuelles, essentiellement des céréales et du colza. Ces sites de superficie assez homogène (entre 201 et 337 km²) sont d'une importance intermédiaire entre l'échelle locale (parcelle, commune) et régionale (supérieure à 1 000 km²) – (Heydon & Reynolds, 2000).

L'expérience consistait à demander aux chasseurs et aux piégeurs des cinq sites d'accroître leurs efforts en matière de prélèvements de renards, dans le but de les augmenter notablement. Le protocole expérimental s'est déroulé sur dix ans, entre 2002 et 2012, mais de manière asynchrone entre les cinq sites. L'augmentation de l'effort a été demandée entre 2003 et 2007 en Ille-et-Vilaine. Tandis qu'une manipulation de

type « contrôle-traitement » a été mise en place entre 2006 et 2012 dans l'Aube pour accentuer les variations de l'effort de prélèvement. Il a en effet été demandé aux chasseurs et piégeurs du site du Barrois d'augmenter leurs efforts entre février 2006 et janvier 2009, puis de revenir à un niveau habituel entre février 2009 et janvier 2012. À l'inverse, les prélèvements ont été intensifiés sur le site de la Sarce entre février 2009 et janvier 2012, alors qu'ils avaient été maintenus à leur niveau habituel entre février 2006 et janvier 2009. Cette inversion de protocole entre deux sites, classiquement mise en œuvre pour les expériences de terrain, permet de limiter le nombre de sites d'étude.

Une approche originale : la mesure des taux de prélèvements

La mesure de l'effet des prélèvements passe d'abord par le calcul des taux de prélèvements annuels, à savoir la proportion de renards effectivement prélevés par rapport à ceux présents sur le territoire. Pour cela, il convenait de mesurer le nombre de renards prélevés, mais également d'estimer le nombre de renards présents sur le terrain, c'est-à-dire leur densité ; deux mesures difficiles à relever de manière précise et non biaisée et rarement effectuées en même temps.



▲ Réunion des GIC de l'Aube, où les données ont été collectées dans le cadre d'une étude de la prédation du renard sur le lièvre.

Enregistrement et collecte des renards prélevés

Un important travail de terrain, mené par les services techniques des FDC, a d'abord consisté à mettre en place et maintenir un niveau de prélèvements important et assez homogène sur les zones d'étude. Puis il s'est agi de collecter les carcasses des renards prélevés par les chasseurs et les piégeurs de ces différents sites, en relevant la date de la mort et la méthode de prélèvement utilisée, afin de constituer des tableaux de prélèvements les plus exhaustifs possibles (*tableau 1*).

Carte 1 Localisation des cinq sites d'étude en Ille-et-Vilaine et dans l'Aube.

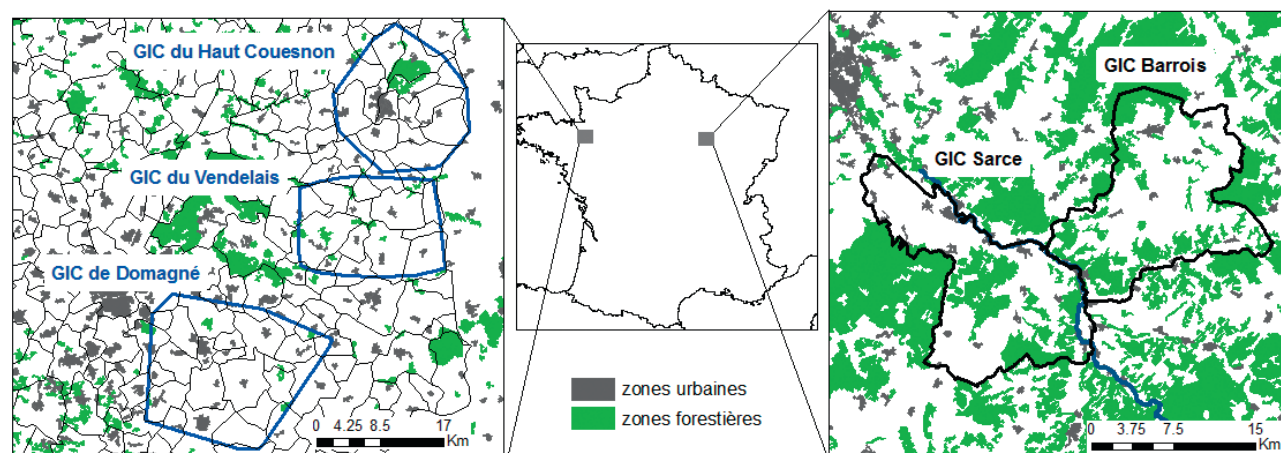


Tableau 1 Nombre de renards prélevés annuellement sur les cinq sites d'étude et répartition des prélèvements selon la méthode utilisée.

GIC	Année						Total	% des prélèvements par méthode			
	2002	2003	2004	2005	2006	2007		Chasse	Dératage	Piégeage	Tir de nuit
Bassin de Domagné Haut Couesnon Vendelais	514	475	619	645	462	649	3 364	25	28	47	-
	-	590	967	657	548	547	3 310	6	48	46	-
	-	383	287	264	387	401	1 722	4	63	33	-
	2006	2007	2008	2009	2010	2011					
Sarce Barrois	75	102	69	262	332	210	1 050	19	3	51	27
	314	284	233	122	104	107	1 164	23	5	30	42

Différentes méthodes de prélèvements ont été utilisées, et de façon variable selon les sites :

- la chasse (conduite ou non par des chiens), entre octobre et février ;
- le piégeage, en grande partie entre décembre et avril ;
- le déterrage, plus fréquemment utilisé en Ille-et-Vilaine et essentiellement en avril-mai ;
- les tirs de nuit, mis en place sur les sites de l'Aube en mars-avril et de juillet à décembre.

Ainsi, les renards ont été prélevés quasiment toute l'année, avec une légère baisse durant les deux mois d'été. En moyenne, $1,95 \pm 0,74$ renard/km²/an ont été détruits ou chassés sur les sites bretons. Dans l'Aube, les prélèvements intensifiés ont conduit au prélèvement de $1,30 \pm 0,23$ renard/km²/an, tandis que l'effort habituel de régulation se situait autour de $0,46 \pm 0,08$ renard/km²/an.

Estimation des densités de renards

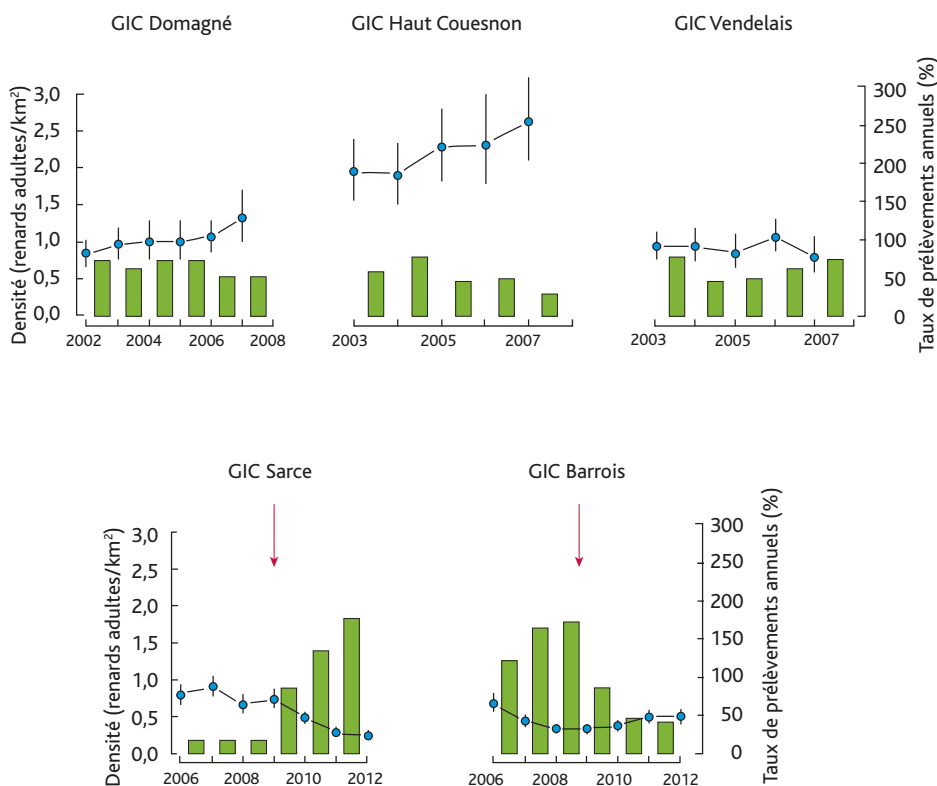
L'estimation des densités de renards a été réalisée à partir d'un protocole de comptage nocturne au phare, répété plusieurs nuits (entre 3 et 10 nuits par site et par an) le long de tronçons ou sur des points. La particularité de la méthode *Distance sampling* (ou échantillonnage par la distance) est de mesurer les distances auxquelles les renards sont observés, afin de corriger les comptages en tenant compte de la diminution de la probabilité de les détecter à mesure qu'ils se tiennent éloignés de la route ou du point d'observation (Ruet et al., 2015). L'application de cette méthode en février sur tous les territoires a permis d'estimer de façon fiable et reproductible les densités de renards adultes. Ces estimations ont varié entre 0,3 et 2,5 individus adultes/km² selon les sites (figure 1). Elles étaient d'environ 0,5 renard/km² sur les sites de l'Aube, de 1 sur les GIC Bassin de Domagné et Vendelais, et de 2,25 sur le GIC du Haut Couesnon.

En dépit de l'augmentation des efforts de prélèvements, les densités de renards adultes ont augmenté en cinq ans de 56 % et 34 % respectivement sur les sites du Bassin de Domagné et du Haut Couesnon. En revanche, la densité n'a pas augmenté sur le site du Vendelais. Enfin, les prélèvements intensifiés ont induit une diminution des densités en adultes de 51 % et 59 % en trois ans sur les sites de l'Aube. Dans la Sarce, la densité est restée constante durant la période de prélèvements non intensifiés (2006-2009). Sur le site du Barrois, la densité de renards adultes a réaugmenté de 47 % entre février 2009 et février 2012, après l'arrêt des prélèvements intensifiés.

▼ L'estimation des densités de renards a été réalisée à partir de comptages nocturnes au phare, selon la méthode du Distance sampling.



Figure 1 Évolutions des densités de renards adultes estimées par comptages nocturnes au phare en février et des taux de prélèvements annuels sur les sites bretons (en haut) et champenois (en bas).



Courbes bleues : estimation moyenne de densité et intervalle de confiance à 95 %.
Barres vertes : taux de prélèvements.
Flèches rouges : année d'inversion des efforts de prélèvements.

Des taux de prélèvements importants et très variables

À partir des informations récoltées sur les prélèvements, la densité et la fécondité (**encadré 1**), les taux de prélèvements annuels ont été calculés par le rapport entre le nombre total de renards prélevés dans l'année et le nombre de renards estimés présents (= nombre d'adultes estimé par analyse des comptages nocturnes au phare de février + nombre de jeunes estimé à partir des estimations de fécondité moyenne sur les sites d'étude – **encadré 1**).

Les taux de prélèvements sont apparus très variables selon les sites et les années (**figure 1**). L'effort consenti sur le terrain en Ille-et-Vilaine a conduit à des taux de prélèvements allant de 30 à 80 %, pour une moyenne de 60 ± 14 % (**figure 1**). Les sites du Bassin de Domagné et du Haut Couesnon ont enregistré une baisse du taux de prélèvement après février 2005, ce qui illustre les difficultés rencontrées sur le terrain pour maintenir une pression de prélèvement intensifiée pendant plusieurs années (**tableau 1**). Dans l'Aube, en période de prélèvements intensifiés, le taux a été en moyenne de 140 % et l'emploi de tirs de nuit a joué un rôle important (**tableau 1**). Ces taux supérieurs à 100 % signifient qu'un nombre plus important de renards a été prélevé tout au long de l'année que ce qui a été estimé présent sur le terrain en février. Mais comment expliquer que, malgré des taux de prélèvements allant de 30 à 80 %, les densités de renards aient pu augmenter sur les sites du Bassin de Domagné et du Haut Couesnon, c'est-à-dire que les populations de renards aient montré un taux de croissance positif ?

► Encadré 1 • Estimer la fécondité à partir des tableaux de prélèvements

L'examen des utérus de femelles prélevées est le moyen le plus couramment utilisé pour mesurer la fécondité dans les populations de renards (cf. Devenish-Nelson, 2012). Selon la période de la mort, les dénombrements d'embryons, de fœtus ou de cicatrices placentaires sont de bons indicateurs des paramètres de reproduction. En outre, connaissant la date de prélèvement, l'âge des individus est déterminé par le nombre de cernes de croissance annuelle visibles sur une coupe fine de dent. Dans cette étude, 899 femelles en âge de se reproduire (plus de dix mois) ont été examinées. Deux paramètres doivent être combinés pour estimer la fécondité : la proportion de femelles reproductrices et la taille moyenne de leur portée.

Proportion de femelles reproductrices

Sur l'ensemble des sites, la proportion de femelles reproductrices a été en moyenne de 83 % pour les primipares (renardes âgées d'un an) et a augmenté avec l'âge, pour atteindre 100 % des femelles à partir de 6 ans.

Variation de taille de la portée

La taille de la portée a pu être déterminée sur 689 femelles reproductrices. Chaque utérus a été examiné, afin de déterminer le nombre de jeunes produits sur la base de l'observation directe des embryons ou des cicatrices placentaires, révélatrices de la présence antérieure d'un embryon (Ruet & Albaret, 2011). **Les résultats montrent que les femelles primipares ont des portées en moyenne plus petites ($4,4 \pm 0,4$ embryons ou cicatrices) que celles âgées de 3-4 ans ($4,7 \pm 1,4$).** Grâce à l'important échantillon collecté, nous avons également montré que chez les femelles de 5 ans et plus, la taille de la portée diminuait, au rythme d'un jeune en moins tous les deux ans d'âge.

Calcul du nombre de jeunes produits

Le nombre de jeunes nés en avril n_j a été calculé pour chaque site et chaque année à partir des estimations par classe d'âge i (de 1 an à 10 ans) de la taille de portée (TP_i), de la proportion de femelles reproductrices (PR_i) et du nombre de femelles présentes début avril, réparties dans les différentes classes d'âge (C_i). Pour calculer le nombre de femelles présentes début avril, on a déduit du nombre de renards présents en février (N d'après les comptages au phare) les effectifs prélevés entre février et avril (K_i) et supposé que la proportion de femelles était de 0,5.

$$n_j = \sum_{i=1}^{10} TP_i * PR_i * (N - K_i) * 0.5 * C_i$$

▼ Renard piégé sur un tas de fumier dans l'Aube, où le tableau annuel en période d'intensification des prélèvements a été supérieur aux effectifs estimés en février.



© FDC 10

Un modèle pour comprendre et expliquer les effets des prélèvements sur les populations

Le taux de croissance des populations de renards d'une année t à une année $t+1$ a été estimé par le rapport entre la densité en renards adultes l'année $t+1$ et la densité l'année t . À partir des données de terrain, nous avons construit un modèle statistique pour expliquer les variations de ce taux de croissance d'une année t à une année $t+1$ en fonction du taux de prélèvement sur ce même intervalle, de la densité initiale en adultes (année t) et en tenant compte de la capacité d'accueil du site, valeur essentielle mais inconnue. La capacité d'accueil est une densité théorique, correspondant au nombre de renards adultes que peuvent soutenir les ressources (nourriture et gîte) d'un site géographique donné. Nous avons fait l'hypothèse que la capacité d'accueil ne variait pas au cours de la période d'étude sur un site donné, mais qu'elle pouvait être différente d'un site à l'autre. Le modèle a été construit de façon à estimer les capacités d'accueil des différents sites.

L'aptitude des populations de renards à compenser l'effet des prélèvements

Le modèle montre que le taux de croissance des populations de renards est fortement déterminé par la densité d'adultes : plus celle-ci augmente, plus le taux de croissance diminue. Et, à l'inverse, toute réduction des densités de renards adultes induit une augmentation du taux de croissance. C'est ce qu'on appelle un phénomène de compensation. En termes de fonctionnement des populations, deux composantes peuvent expliquer cette compensation. D'une part, la survie et/ou la reproduction des adultes restant en faible densité peut augmenter du fait d'une réduction de la compétition pour l'accès aux ressources. D'autre part, des individus peuvent venir de territoires adjacents pour occuper les territoires libérés par les individus prélevés. Ces processus de compensation conduisent tous deux à un fort taux de croissance de la population, qui tend à un rétablissement de la densité l'année suivante, annihilant en tout ou partie l'effet des prélèvements. Pour abaisser la densité, les prélèvements doivent donc être plus importants que la compensation.

Ainsi, sur la base de notre échantillon de cinq sites, le modèle statistique estime une densité moyenne de $1,02 \pm 0,63$ renard adulte/km² pour une capacité d'accueil moyenne de $1,5 \pm 0,6$ renard adulte/km², avec une variabilité entre sites relativement forte. En outre, le modèle prédit que, dans ces conditions moyennes, des prélèvements annuels en deçà de $45 \pm 20\%$ ne conduiront pas à un taux de croissance négatif et donc à une baisse des densités d'adultes. Si l'objectif était par exemple d'atteindre une densité de 0,5 renard/km², les taux de prélèvements devraient être encore beaucoup plus importants que les 45 % précédents.

Prendre en compte la capacité d'accueil pour comprendre les effets variables des prélèvements sur les taux de croissance

Le taux de croissance et l'importance du phénomène de compensation sont fonctions de l'écart entre la densité et la capacité d'accueil. Plus la densité obtenue après prélèvements est faible par rapport à la capacité d'accueil, autrement dit **plus le taux de remplissage du milieu est faible, plus la compensation est forte et les prélèvements**

▼ Selon cette étude, lorsque les prélèvements abaissent la densité de renards loin de la capacité d'accueil du territoire, les secteurs vacants sont comblés en majorité par des immigrants.



finalement sans effet notable. En revanche, l'impact des prélèvements augmente quand l'objectif en termes de densité n'est pas trop éloigné de la capacité d'accueil du site. Par exemple, dans l'Aube, des prélèvements intenses ont permis de réduire les densités de moitié, dans un contexte de capacité d'accueil variant de 0,9 à 1 renard/km². Les estimations de capacité d'accueil sont plus importantes sur les sites d'Ille-et-Vilaine, allant de 1,5 à 8,3 renards/km², et il est plus difficile de réduire les densités. Il n'est donc pas possible de prédire l'effet des prélèvements sans connaître la capacité d'accueil. Et l'effort de prélèvements à fournir pour atteindre une densité donnée sera variable en fonction des sites et de leurs taux de remplissage.

Ces résultats sont cohérents avec plusieurs études théoriques (cf. Lieury, 2015), qui ont recommandé des prélèvements continus à hauteur de 60 à 80 % des effectifs afin que les densités soient effectivement stabilisées. Mais dans nos campagnes, le nombre d'acteurs requis pour mener à bien un tel niveau de prélèvements dépasse souvent les disponibilités locales, rendant impossible en pratique une gestion efficace des populations de renards.

L'immigration compense une grande majorité des prélèvements

Pour mieux identifier les mécanismes démographiques ayant un effet sur le taux de croissance, et donc jouant un rôle dans ce phénomène de compensation (augmentation de la survie/reproduction ou immigration), les taux de prélèvements ont été décomposés en trois périodes :

- en février-mars (gestation), le taux de prélèvements est le rapport entre le nombre de renards prélevés et le nombre de renards adultes présents (estimé par analyse des comptages nocturnes réalisés en février) ;
- d'avril à juin (élevage des jeunes et période de détachement), le nombre de renards présents tient compte des prélèvements durant la période précédente et d'une estimation de la production en jeunes de l'année (encadré 1). Si la reproduction jouait un rôle dans le phénomène de compensation, un effet du taux de prélèvements sur le taux de croissance serait observé durant cette période ;
- de juillet à janvier (dispersion), la compensation par immigration peut s'exprimer. Comme précédemment, le taux de prélèvements est le rapport entre le nombre de renards prélevés et le nombre de renards présents durant cette période, en tenant compte des pertes enregistrées durant les périodes précédentes.

À noter que la compensation par la survie peut s'exprimer à toutes les périodes. D'après notre analyse, seuls les prélèvements effectués pendant et après la phase de dispersion (de juillet à janvier) ont un impact significatif sur les taux de croissance. Même sur des surfaces assez grandes (100-300 km²), il est fort probable que l'immigration provenant de sites voisins sans prélèvements intensifiés explique ce phénomène.

En outre, l'analyse des données de fécondité n'a pas montré d'effet de la densité en renards adultes sur la reproduction, indiquant donc l'absence de compensation par cette voie. Ni le pourcentage de femelles reproductrices ni la taille de portée n'ont en effet varié significativement suite à une diminution de densité. Ainsi, dans les gammes de densités observées sur les sites, les variations observées sur les paramètres de la reproduction ne permettent pas d'envisager cette dernière comme un levier des populations de renards dans leur réponse dynamique aux actions de régulations, confirmant ainsi que le mécanisme de compensation passe principalement par l'immigration.

Si l'importance de cette immigration avait déjà été suspectée dans de nombreux contextes du fait de la forte dispersion observée chez cette espèce (sur 45 km en moyenne), notre travail en constitue une première évidence empirique.

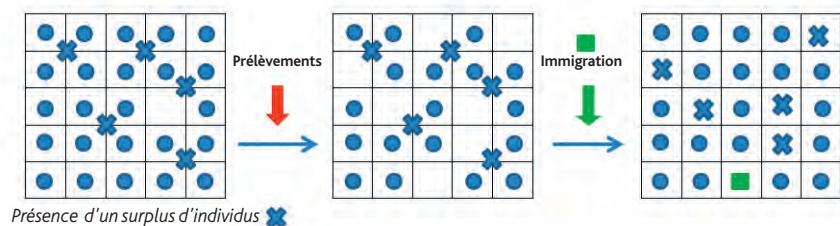
Une explication synthétique

Ce travail permet de proposer un schéma synthétique (figure 2) expliquant la variabilité de l'effet des prélèvements selon les contextes locaux (taux de remplissage et capacité d'accueil), et les résultats contrastés observés entre les terrains. Lorsque les prélèvements visent une densité proche de la capacité d'accueil, les vides créés seraient rapidement comblés par des individus locaux non reproducteurs (figure 2a). Ces renards s'installant sur des territoires connus ou peu éloignés auraient des taux de survie augmentés, permettant une légère compensation des prélèvements. Ainsi, cette compensation passerait bien plus par une meilleure survie des individus rescapés que par l'immigration.

À l'inverse, lorsque des prélèvements intensifiés permettent d'abaisser la densité loin de la capacité d'accueil, les individus qui comblent les territoires vacants sont en majorité des immigrants, faute de renards locaux non reproducteurs en nombre suffisant (figure 2b). Après prélèvements, l'immigration joue alors un rôle prépondérant et la compensation serait d'autant plus importante que la densité de la population est loin de la capacité d'accueil.

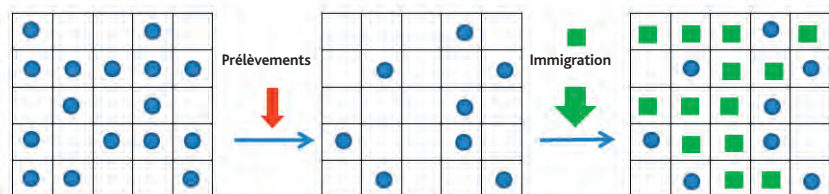
Figure 2 Schématisation des mécanismes de compensation des prélèvements chez le renard selon la densité de population et au regard de la capacité d'accueil du milieu.

a Densité de la population proche de la capacité d'accueil.



Le surplus local > immigration : forte compensation par la survie, faible par l'immigration.

b Densité de la population loin de la capacité d'accueil.



Pas de surplus local : faible compensation par la survie, forte compensation par l'immigration.

Dans la pratique, quelle période choisir pour les prélèvements ?

Du fait du phénomène de compensation par immigration précédemment expliqué, les prélèvements auraient plus d'impact pour faire baisser la densité en renards, si tel est l'objectif de gestion, en les effectuant entre juillet et janvier, pendant et après la période de dispersion. Mais comme la capacité d'accueil pour un site donné n'est pas connue, il n'est pas possible d'affirmer à l'avance qu'ils conduiront à une diminution importante des densités.

Nos résultats indiquent que les prélèvements pendant les périodes de gestation et d'élevage des jeunes pourraient être totalement compensés par l'immigration ultérieure, suggérant que les paramètres de la reproduction n'interviennent alors pas. En agissant en période de dispersion, les territoires vacants ne seraient plus comblés par les immigrants jusqu'à la saison de reproduction suivante, et ces prélèvements viendraient s'ajouter à la mortalité naturelle des jeunes pendant leur premier hiver. En définitive, d'après le modèle dans une situation moyenne de $1,02 \pm 0,63$ renard/km², le fait de concentrer les prélèvements entre juillet et janvier permettrait de réduire le taux de prélèvement nécessaire à seulement 25 % pour maintenir une population stable, contre les 45 % mesurés dans le contexte de ces études. Cette adaptation des pratiques permettrait ainsi de réduire l'effort de prélèvement et les coûts associés.

Vers une gestion éclairée et modulable des populations de renards...

Bien que ces propositions aient été obtenues à partir de données de terrain, nous tenons à insister sur la nécessité de tester sur d'autres territoires les bénéfices des adaptations proposées aux pratiques de prélèvements, avant de les généraliser. Ce test passe par la mise en place de nouveaux protocoles, où l'impact de prélèvements annuels serait comparé à celui de prélèvements focalisés après la période de dispersion. En sus, des sites ou années sans prélèvement permettraient de conforter nos résultats et de confirmer les effets d'une politique de prélèvements intenses sur les populations de renards.

Au-delà, cette étude souligne l'importance du contexte local. Pour trouver la pratique la plus adaptée et la plus efficiente, il conviendrait de mesurer sur chaque site l'intensité des prélèvements et d'évaluer leurs effets sur les densités de renards, en complément d'une estimation des ressources disponibles. Ce type de suivi permettrait une gestion des prélèvements éclairée et modulable, définie en fonction d'objectifs précis.

Remerciements

Cette étude est le fruit d'un important travail collaboratif mené avec les services techniques des FDC d'Ille-et-Vilaine (N. Haigron, C. Mangeard) et de l'Aube (P. Leclercq, T. Mendoza, S. Monchatre, L. Jacquard, C. Bazin, P. Lowenstein) ; l'équipe Lièvre de l'Unité Faune de plaine de l'ONCFS (Y. Bray, J.-S. Guitton, B. Mauvy, R. Pérout (†), H. Santin-Janin, Y. Léonard) ; les lieutenants de l'ovèterie de l'Aube (G. Dossot, D. Bergerat, J. Haumesser) ; le Service départemental de l'Aube.

▼ Les prélèvements de renards effectués entre juillet et janvier seraient globalement les plus efficaces pour faire baisser leur densité.

Mais cette gestion doit avant tout être adaptée en fonction du contexte local et des objectifs visés.

Nous remercions vivement les responsables des GIC, ainsi que tous les piégeurs et chasseurs bénévoles, qui ont participé à cette étude.

L'étude expérimentale de l'impact de la prédation du renard sur le lièvre d'Europe dans l'Aube a été soutenue financièrement par la FRC Champagne-Ardenne, la FDC 10 et l'ONCFS. L'étude en Ille-et-Vilaine a été financée par la FDC 35 et l'ONCFS. ●



Bibliographie

- ▶ Devenish-Nelson, E.S., Harris, S., Soulsbury, C.D., Richards, S.A. & Stephens, P.A. 2012. Demography of a carnivore, the red fox, *Vulpes vulpes*: what have we learnt from 70 years of published studies? *Oikos* 122: 705-716.
- ▶ Heydon, M.J. & Reynolds, J.C. 2000. Demography of rural foxes (*Vulpes vulpes*) in relation to cull intensity in three contrasting regions of Britain. *Journal of Zoology* 251: 265-276.
- ▶ Lieury, N. 2015. Vers une gestion intégrative des populations animales : l'importance d'intégrer l'immigration à la compréhension de leur dynamique et à l'évaluation scientifique des actions de régulation et de conservation. Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille-IMBE. 418 p.
- ▶ 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* 79: 425-434.
- ▶ Ruetter, S., Lieury, N., Albaret, M., Arnauduc, J.-P. & Devillard, S. 2015. Évolution des populations de renards en France : analyse des suivis réalisés par comptages nocturnes (2004-2013). *Faune sauvage* n° 306 : 37-42.
- ▶ Ruetter, S. & Albaret, M. 2011. Reproduction of the red fox *Vulpes vulpes* in western France: does staining improve estimation of litter size from placental scar counts? *European Journal of Wildlife Research* 57: 555-564.