

Lièvre brun: la qualité des prairies est essentielle

Kim Meichtry-Stier, Judith Zellweger-Fischer, Petra Horch et Simon Birrer

Station ornithologique suisse, 6204 Sempach, Suisse

Renseignements: Kim Meichtry-Stier, e-mail: kim.meichtry@vogelwarte.ch



Figure 1 | Lièvres bruns sur une prairie extensive dotée d'une bande refuge d'herbes sèches, en mars. La diversité botanique et structurelle profite au lièvre brun. (Photo: M. Jenny)

Introduction

Les populations de lièvre brun sont en régression sur le Plateau suisse depuis des années. Leur diminution est principalement imputable à l'intensification de l'exploitation agricole et aux modifications du paysage rural, notamment les constructions et le morcellement ainsi que l'élimination de structures telles que buissons et vieilles herbes (Holzgang *et al.* 2005). Le monitoring national des lièvres bruns suit l'évolution de leurs effectifs depuis 1991. D'une manière générale, le lièvre brun est présent dans les zones cultivées (> 50 % de la surface en terres arables) dans de plus grandes densités que dans les zones prairiales (> 50 % de la surface exploitée en zones herbagères). L'indice annuel de population en terres cultivées varie le plus souvent entre 3,3 et 5 lièvres/km².

Dans les zones herbagères, l'indice a décliné de 1991 à 2010 et se maintient depuis lors à un niveau très bas (env. 1,4 lièvre/km²; Zellweger-Fischer 2014).

Pour promouvoir les espèces des terres cultivées, notamment le lièvre brun, des surfaces de promotion de la biodiversité (SPB), appelées «surfaces de compensation écologique» jusqu'en 2014, ont été aménagées en Suisse depuis le début des années 1990. Les succès s'avèrent modestes et concernent en général des projets locaux (Herzog et Walter 2005; Aviron *et al.* 2011; Meichtry-Stier *et al.* 2014). L'absence d'impact sur une plus grande échelle s'explique par le manque de qualité écologique de la plupart des SPB (Birrer *et al.* 2007). Dans les vallées et sur les coteaux de Suisse, environ 10 % de la surface agricole utile était exploitée à titre de SPB en 2012 (hormis arbres isolés et frui-

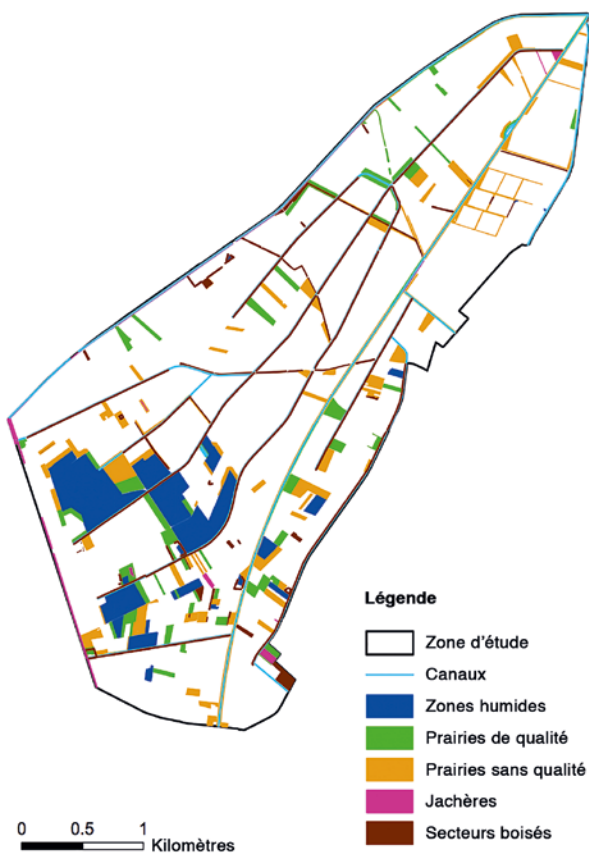


Figure 2 | Zone d'étude dans la vallée du Rhin saint-galloise: périmètre et habitats (situation en 2012). Pour la description des types d'habitat, voir tableau 1.

tiers haute-tige; OFAG 2013). 65 % de ces surfaces sont des prairies extensives sans qualité particulière, des prairies peu intensives ou des surfaces à litière. Seule une part minime des SPB sont exploitées à titre de surfaces écologiquement précieuses telles que jachères florales ou tournantes et ourlets sur terre assolée (4 %), ou de prairies extensives de bonne qualité botanique (14 %). Une étude réalisée dans le Klettgau (SH) a montré que non seulement la quantité mais aussi la qualité des SPB revêtaient une importance essentielle pour la promotion de certaines espèces des terres cultivées (Meichtry-Stier *et al.* 2014). Le lièvre brun et plusieurs espèces d'oiseaux ont réagi positivement (plus fortes densités, présence d'espèces rares) à la mise en valeur du milieu par le biais d'une plus grande part de SPB de qualité.

Résumé ■ Les populations de lièvre brun sont en régression sur le Plateau suisse. Dans la vallée du Rhin saint-galloise, une revalorisation écologique est en cours depuis 1994 sur des surfaces de promotion de la biodiversité (SPB), dans le but notamment de promouvoir le lièvre brun. La présente étude se propose, d'une part, de savoir si l'évolution des effectifs de lièvre brun dans la vallée du Rhin saint-galloise peut s'expliquer par le développement des SPB et, d'autre part, de mettre en évidence, sur la base d'un modèle d'habitat, la corrélation entre la densité de lièvres bruns durant les nuits préprintanières et la présence des SPB. A cet égard, la zone d'étude a été divisée en 65 cellules. Depuis 1998, des prairies extensives en particulier, dotées d'une bonne qualité botanique et de structures (buissons, bandes refuges), ont été aménagées; leur part est passée de 1,9 % en 2003 à 5,6 % en 2012. Durant la même période, les effectifs de lièvre brun ont affiché une progression significative. Le modèle d'habitat a révélé que la densité des lièvres bruns durant les nuits préprintanières présentait une corrélation positive significative avec la part de prairies extensives de qualité. L'amélioration de la qualité écologique et de la diversité structurelle des prairies sur le Plateau suisse constitue donc une base importante pour la promotion des lièvres bruns.

Tableau 1 | Description des variables d'habitat et de leur part de superficie par cellule

Variable d'habitat	Description	Part de superficie en % par cellule Moyenne (min; max)
Zones humides	Zones protégées (surtout prairies à litière, prairies extensives, bosquets champêtres, fossés et étangs) et SPB spéciales (zones herbagères humides dotées de plans d'eau)	0,0 (0; 53,3)
Prairies sans qualité ni structures	Prés et pâturages extensifs et peu intensifs (SPB) sans qualité botanique (OPD QII)	0,6 (0; 16,4)
Prairies sans qualité mais avec structures	Prés et pâturages extensifs et peu intensifs (SPB) sans qualité botanique (OPD QII); présentent un groupe d'arbustes ou une bande refuge	0,1 (0; 11,9)
Prairies de qualité mais sans structures	Prairies généralement extensives, riches en espèces végétales, où la qualité botanique (OPD QII) est présumée (souvent réensemencements)	0,0 (0; 10,5)
Prairies de qualité avec structures	Prairies généralement extensives, riches en espèces végétales, où la qualité botanique (OPD QII) est présumée (souvent réensemencements); présentent un groupe d'arbres ou une bande refuge	0,0 (0; 13,3)
Jachères	Jachères florales et tournantes ainsi que friches (généralement jachères denses, riches en graminées, peuplées de plantes structurantes telles que cardère, mauve, reine-des-prés)	0,0 (0; 4,6)
Secteurs boisés	Haies brise-vent, haies, bosquets champêtres, petites forêts, pépinières extensives	0,7 (0; 8,7)
Canaux*	Canaux d'amélioration dotés de berges herbeuses (hors des zones protégées)	0,3 (0; 1,3)

*La variable «canaux» indique la longueur de canaux par cellule [m par m²].

Dans la vallée du Rhin saint-galloise également, des terres agricoles font l'objet de revalorisations écologiques, notamment par l'ensemencement de prés fleuris et la plantation de groupes d'arbustes. Le lièvre brun est une des espèces cibles susceptibles d'en tirer profit (fig. 1). Nous nous sommes demandé si l'évolution des effectifs de lièvre brun dans la vallée du Rhin saint-galloise pouvait s'expliquer par l'évolution de l'habitat (extension/réduction des surfaces naturelles et des SPB de qualité), et s'il y avait une corrélation entre la densité de lièvres bruns et la présence de surfaces proches de l'état naturel.

Méthodologie

Zone d'étude

L'étude a été menée dans la vallée du Rhin saint-galloise dans les environs d'Altstätten (SG). La zone couvre une superficie approximative de 12,6 km² (fig. 2). Depuis les améliorations foncières effectuées au milieu du 20^e siècle, un réseau de fossés de drainage parcourt le secteur. Ils sont en général bordés de haies qui servent à protéger du vent et à structurer le paysage. Quelques

anciennes zones d'extraction de la tourbe sont aujourd'hui des secteurs à litière protégés, de taille petite à moyenne. Le plus vaste d'entre eux est un bas-marais d'importance nationale (Bannriet/Burst/Spitzmäder, 58 ha). Du point de vue agricole, la zone est prédominée par les cultures herbagères et les plantes fourragères (autrement dit, prairies artificielles, maïs et prairies de fauche). Au cours des vingt dernières années, bon nombre de prairies de la zone d'étude jusque-là intensives ont fait l'objet d'une revalorisation écologique sous l'impulsion de l'association Pro Riet Rheintal. Après la création tout d'abord de surfaces à litière, des prairies extensives et quelques jachères florales et tournantes ont été aménagées à partir de 1998 (parfois à l'aide de mélanges de semences spécialement conçus pour la vallée du Rhin saint-galloise). Des étangs ont aussi été créés et des groupes d'arbustes ont été plantés.

Recensement des lièvres bruns

Les données relatives au lièvre brun proviennent du monitoring national qui recense les effectifs de lièvre brun deux fois par an depuis 1991 dans diverses régions du Plateau suisse durant les nuits préprintanières (février

et mars) en s'appuyant sur la méthode de comptage au phare (Zellweger-Fischer 2014). Toutes les observations de lièvres bruns ont été inscrites avec un maximum de précision sur une carte.

Variables d'habitat

Durant les années 2003, 2006, 2009 et 2012, huit types d'habitat différents (SPB et structures caractéristiques de la zone) ont été cartographiés dans la zone du projet. L'étude a relevé la situation précise et la taille des surfaces naturelles, c'est-à-dire surfaces humides, prairies extensives, jachères et secteurs boisés (tabl. 1; fig. 2). Concernant les prairies, quatre types différents ont été distingués, en fonction de leur qualité botanique (conformément à l'ordonnance sur les paiements directs, qualité II; surfaces désignées par la suite comme «surfaces de qualité») et/ou des structures présentes telles que groupes d'arbustes et bandes refuges d'herbes sèches (éléments de connexion dans le projet de mise en réseau Bannriet-Dreier/Isenriet; surfaces désignées par la suite comme «prairies à structure»). La situation et la longueur des canaux ont également été consignées.

Analyse statistique

Toutes les évaluations ont été faites à l'aide du programme statistique R (Version 3.1.1, R core Team 2014).

L'évolution des effectifs de lièvre brun a été calculée, pour la période 1991–2012, sur la base d'un modèle linéaire (régression) qui a pris en compte, pour chaque année, le comptage le plus élevé. L'année et le terme quadratique de l'année ont été intégrés dans le modèle à titre de variables explicatives.

L'analyse des densités de lièvres bruns et de la composition de l'habitat (désignée par la suite comme «modèle d'habitat») a été effectuée pour les années 2003, 2006, 2009 et 2012. A cet effet, une grille de cellules de 500 x 500 m a été appliquée sur la zone d'étude. La taille des cellules correspond au rayon d'action moyen du lièvre brun (Petrovan *et al.* 2013). Le nombre de cellules s'élevait à 65; par conséquent, $n = 260$ (4 ans * 65 cellules). Les cellules les plus extérieures ne couvraient pas parfaitement la zone d'étude; seule la surface située à l'intérieur de la zone d'étude a donc été prise en compte dans l'évaluation. Ont été déterminés pour chaque cellule la part de surface des variables d'habitat, la longueur des canaux par surface cellulaire et le nombre de lièvres bruns observés (total des deux comptages annuels). Les deux comptages annuels ont été utilisés pour que tous les sites où des lièvres ont été observés soient intégrés dans le modèle d'habitat.

Nous avons analysé la corrélation entre la densité de lièvres bruns et les variables d'habitat par cellule au

Tableau 2 | Part de surface des variables d'habitat en % dans la zone d'étude

	2003	2006	2009	2012
Zones humides	6,0	5,9	5,9	5,7
Prairies de qualité avec structures	0,2	1,9	2,1	2,5
Prairies de qualité sans structures	1,7	0,6	0,4	0,5
Prairies sans qualité mais avec structures	0,0	1,8	2,4	2,6
Prairies sans qualité ni structures	4,2	2,1	1,7	1,7
Jachères	0,2	0,2	0,2	0,2
Secteurs boisés	1,3	1,3	1,3	1,3
Canaux	1,3	1,3	1,3	1,3

Tableau 3 | Coefficients de régression standardisés, erreurs types et valeurs-p du modèle mixte généralisé décrivant la corrélation entre la densité de lièvres bruns et les diverses variables d'habitat

	Coefficient	Erreur type	Valeur-p
Intercept	1,00	0,13	0,000 ***
Zones humides	-0,13	0,08	0,107
Prairies de qualité avec structures	0,12	0,06	0,029 *
Prairies de qualité sans structures	0,16	0,06	0,003 **
Prairies sans qualité mais avec structures	-0,01	0,06	0,886
Prairies sans qualité ni structures	0,08	0,06	0,150
Jachères	0,06	0,05	0,245
Secteurs boisés	-0,08	0,08	0,342
Canaux	-0,07	0,09	0,466
2006 ¹	0,29	0,13	0,027 *
2009 ¹	0,13	0,15	0,376
2012 ¹	0,64	0,15	0,000 ***

¹par rapport à 2003

*tout juste significatif, **significatif, ***très significatif

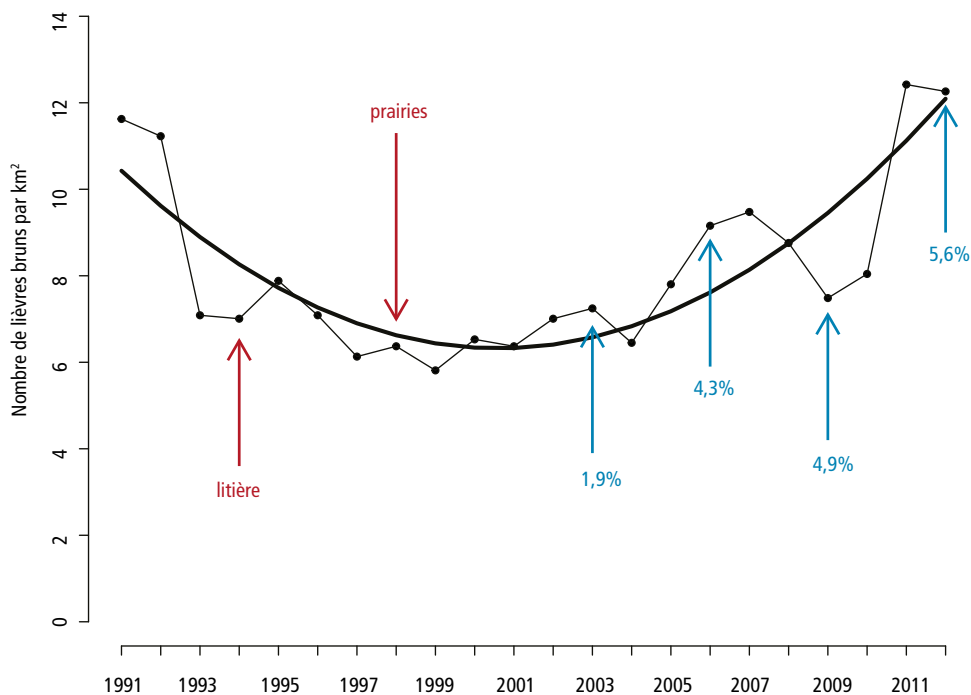


Figure 3 | Densité de lièvres bruns [ind./km²] dans la zone d'étude, entre 1991 et 2012. Le chiffre le plus élevé des deux comptages a été choisi pour chaque année. Courbe de régression: évolution des effectifs. Valeurs bleues: part de prairies de qualité et/ou avec structures durant les quatre années d'observation 2003, 2006, 2009, 2012. Sont indiqués en rouge les moments à partir desquels de nouvelles surfaces à litière et de nouvelles extensives de qualité ont été majoritairement aménagées.

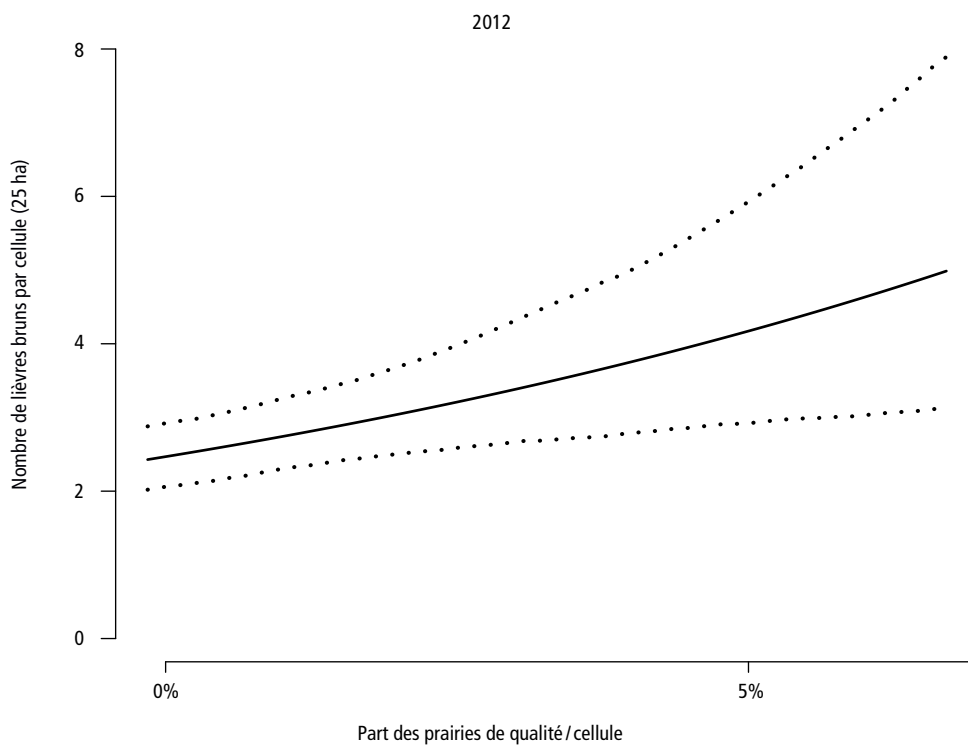


Figure 4 | Corrélation entre le nombre de lièvres bruns par cellule et la part de prairies de qualité pour l'année 2012. Toutes les autres variables d'habitat ont été définies à leur valeur moyenne en 2012. Les lignes pointillées indiquent l'intervalle de confiance à 95 %. Les graphiques des trois autres années sont comparables, quoique présentant des valeurs légèrement inférieures concernant le nombre de lièvres bruns par cellule, mais un tracé parallèle à la courbe indiquée.



Figure 5 | Lièvre brun dans une prairie extensive, en mai, qui fournit une offre alimentaire abondante grâce à sa diversité botanique. (Photo: M. Jenny)

moyen de modèles mixtes généralisés avec distribution de Poisson. Le facteur «an» a été intégré dans le modèle afin de tenir compte des variations annuelles sur la base d'influences non mesurées. «Cellule» était un *random factor* dans le modèle, pour prendre en considération les mesures répétées. Comme les cellules externes ne se situaient pas complètement dans la zone d'étude, leur superficie était plus petite que celle des cellules situées intégralement dans la zone d'étude. En guise de compensation, la surface de cellule logarithmique a été intégrée dans le modèle. Les variables d'habitat ont été centrées et standardisées avec une valeur moyenne = 0 et un écart-type = 1, pour que les valeurs estimatives soient comparables entre elles et que le modèle converge mieux. Sur la base du variogramme (Zuur *et al.* 2009), l'autocorrélation spatiale a été jugée négligeable.

Résultats

Evolution des effectifs

Les effectifs de lièvre brun dans la zone d'étude présentaient une corrélation significative avec l'année (LM: an: $t = -6,4$, $p < 0,001$, an^2 : $t = 6,4$, $p < 0,001$). Après une forte régression, les effectifs ont sensiblement augmenté entre 1999 et 2012 (fig. 3). La part des prairies présen-

tant soit une bonne qualité botanique soit des structures (fig. 1) a progressé de 1,9 % (2003) à 5,6 % (2012). La part des «prairies sans qualité ni structures» a diminué de 4,2 % à 1,7 % (tabl. 2). Durant la même période, la part des zones humides a quelque peu régressé, celle des autres types d'habitat ne changeant pratiquement pas. Une comparaison graphique des effectifs avec l'évolution de l'habitat révèle que les effectifs de lièvre brun se sont accrus depuis que davantage de prairies de qualité ont été aménagées et que la part des prairies de qualité et/ou à structures a progressé dans la zone d'étude (fig. 3).

Modèle d'habitat

La densité nocturne des lièvres bruns dans les cellules présentait une corrélation significative avec la part de «prairies de qualité sans structures» de même qu'avec la part de «prairies de qualité avec structures» (tabl. 3). Plus la part de prairies de qualité était grande dans une cellule, plus le nombre d'observations de lièvre brun y était élevé (fig. 4). S'agissant des prairies sans qualité (avec ou sans structures), des zones humides, des jachères, des secteurs boisés ainsi que des canaux, il n'y avait en revanche aucune corrélation significative avec la densité de lièvres bruns (tabl. 3).

Tout comme dans l'analyse de l'évolution des effectifs, l'année du recensement avait aussi une influence significative sur la densité de lièvres bruns dans le modèle d'habitat. Un nombre sensiblement plus élevé de lièvres a été recensé en 2012 par rapport à 2003 (tabl. 3). L'effet annuel sensible dans le modèle d'habitat reflète les influences de facteurs que nous n'avions pas analysés.

Discussion

La plaine d'Altstätten, dans la vallée du Rhin saint-galloise, est une zone écologiquement précieuse présentant de nombreuses SPB (8,2 % de la zone d'étude, hors arbres) et plusieurs zones protégées de taille petite à moyenne (fig. 2). Par rapport à d'autres zones herbagères du Plateau suisse, le secteur présente aujourd'hui une densité relativement élevée de lièvres bruns (env. 10 lièvres/km²) (Zellweger-Fischer 2014).

Après un recul de plusieurs années, les effectifs de lièvre brun ont de nouveau augmenté dans la zone d'étude à partir de 1999. Ce revirement de tendance coïncide avec la revalorisation écologique de la zone. Depuis l'aménagement de davantage de prairies de bonne qualité botanique ou présentant des structures variées, l'évolution de la population de lièvres bruns est de nouveau positive.

Le modèle d'habitat montre que la densité de lièvres bruns était supérieure dans les cellules offrant un plus grand nombre de prairies de qualité (fig. 4). Un effet globalement positif produit par les prairies extensives sur la densité des lièvres bruns avait déjà été mis en évidence dans une vaste étude menée sur 58 zones d'observation (Zellweger-Fischer *et al.* 2011). La présente évaluation effectuée dans la vallée du Rhin saint-galloise montre maintenant que non seulement la quantité de SPB revêt de l'importance pour le lièvre brun, mais aussi la qualité de ces dernières. En effet, les lièvres bruns recherchent des prairies de bonne qualité pendant les nuits préprintanières afin d'y trouver de la nourriture. La haute diversité spécifique des prairies de qualité et la présence de bandes refuges garantissent une offre alimentaire plus riche que sur des prairies sans qualité (Hackländer *et al.* 2002a, b; Ruf 2003; fig. 5).

Aucune corrélation n'a été observée entre la densité des lièvres bruns et la part de «prairies sans qualité mais à structures» (c'est-à-dire présentant des groupes d'arbustes ou des bandes refuges). De même, aucune corrélation significative n'a été trouvée entre la densité des lièvres bruns et les types d'habitat «secteurs boisés», «zones humides» et «canaux». Nous interprétons

cette absence de corrélation d'une part comme étant liée à la probabilité de détection pendant le comptage: les haies, les zones protégées (qui présentent une végétation haute et un relief richement structuré) ainsi que les berges de canal sont plus difficilement visibles que les zones dégagées, si bien que les lièvres qui s'y trouvent peuvent plus facilement passer inaperçus. D'autre part, cette absence de corrélation est aussi liée au moment du comptage (nuit), lorsque les lièvres sont à la recherche de nourriture ou de partenaires dans les zones dégagées. Les bandes refuges et les groupes d'arbustes, tout comme les haies, les haies basses, les jachères et les lisières, offrent une protection contre les intempéries et la prédation, et sont donc des lieux de repos importants pendant la journée (Fernex 2011; Petrovan *et al.* 2013 et bibliographie). De même, les lièvres bruns se reposent le jour sur des îlots secs surélevés plantés de roseaux ou sur les touradons herbeux des zones protégées (observation personnelle). Nous supposons que, la nuit, les lièvres bruns quittent les zones protégées et les talus de canaux et leur haute végétation (Petrovan *et al.* 2013).

A l'inverse de l'étude menée dans le Klettgau (Meichtry-Stier *et al.* 2014), nous n'avons trouvé aucune corrélation entre la densité des lièvres bruns et les jachères florales et tournantes dans la vallée du Rhin saint-galloise. Il est vrai que la vallée du Rhin saint-galloise est marquée par les cultures herbagères et présente donc peu de jachères florales et tournantes. Sur les 260 cellules, 207 ne présentaient aucune jachère de ce genre, ce qui rendait difficile la mise en évidence d'un éventuel effet produit par les jachères sur la densité des lièvres bruns.

Conclusions

L'évolution parallèle des populations de lièvres bruns et des prairies extensives de qualité ou à structures suggère, au même titre que le modèle d'habitat, que la revalorisation écologique par un accroissement de la qualité (richesse botanique en espèces et présence de structures) est propice au lièvre brun. Nous recommandons par conséquent de mettre l'accent sur la qualité écologique à l'occasion de la mise en œuvre de mesures de valorisation. Dans les zones où prédominent les cultures herbagères, la part de prairies extensives de qualité devrait être accrue, notamment par la revalorisation écologique des prairies extensives sans qualité existantes. Par ailleurs, il existe certainement d'autres mesures telles que la création de zones de repos (buissons et bandes refuges d'herbes sèches) permettant de promouvoir le lièvre brun. ■

Riassunto

La qualità ecologica dei prati è importante per la Lepre

Da anni sull'Altipiano svizzero gli effettivi di Lepre sono in diminuzione. Dal 1994, nella Valle sangallese del Reno sono in atto rivalorizzazioni ecologiche mediante superfici per la promozione della biodiversità (SPB), tra l'altro allo scopo di favorire la conservazione della Lepre. Con questo studio abbiamo voluto, da un lato, verificare se lo sviluppo degli effettivi di Lepre nella Valle del Reno fosse spiegabile con lo sviluppo delle SPB; dall'altro, con una modellizzazione di habitat abbiamo voluto verificare se la densità di lepri in notti di fine inverno/inizio primavera e la presenza di SPB fossero correlate. A questo scopo la zona di studio è stata suddivisa in una griglia di 65 celle. Dal 1998 vengono creati soprattutto prati estensivi con qualità botanica o con strutture (cespugli, erba matura): sulle superfici della zona di studio la loro percentuale è salita dall'1,9 % (2003) al 5,6 % (2012). Nello stesso periodo di tempo gli effettivi di Lepre sono aumentati in maniera significativa. La modellizzazione dell'habitat ha mostrato che la densità di lepri nelle notti di fine inverno/inizio primavera è correlata positivamente in maniera significativa con la proporzione di prati estensivi con qualità per cella. Il miglioramento della qualità ecologica e la ricchezza di strutture dei prati sull'Altipiano è quindi un importante punto di partenza per favorire la conservazione della Lepre.

Bibliographie

- Aviron S., Herzog F., Klaus I., Schüpbach B. & Jeanneret P., 2011. Effects of wildflower strip quality, quantity, and connectivity on butterfly diversity in a Swiss arable landscape. *Restoration Ecology* 19 (4), 500–508.
- Birrer S., Spiess M., Herzog F., Kohli L. & Lugin B., 2007. The Swiss agri-environment scheme promotes farmland birds: but only moderately. *Journal of Ornithology* 148 (Suppl. 2), 295–303.
- Fernex A., Nagel P. & Weber D., 2011. Sites with reduced predation risk to young hares within an agricultural landscape. *Mammalia* 75, 395–397.
- Hackländer K., Klasek E., Ruf T. & Arnold W., 2002a. Feldhasen: Führen Brachen zu höheren Besätzen? *Schweizer Jäger* 10, 64–66.
- Hackländer K., Tataruch F. & Ruf T., 2002b. The effect of dietary fat content on lactation energetics in the European hare (*Lepus europaeus*). *Physiological and Biochemical Zoology* 75 (1), 19–28.
- Herzog F. & Walter T., 2005. Evaluation der Ökomassnahmen im Bereich Biodiversität. *Schriftenreihe der FAL* 56.
- Holzgang O., Heynen D. & Kéry M., 2005. Rückkehr des Feldhasen dank ökologischem Ausgleich? In: Evaluation der Ökomassnahmen im Bereich Biodiversität (Herzog F. & Walter T. 2005). *Schriftenreihe der FAL* 56, 150–160.
- Meichtry-Stier K. S., Zellweger-Fischer J., Jenny M. & Birrer S., 2014. Impact of

Summary

The ecological quality of meadows is important for the Brown Hare

The population of Brown Hares in the Swiss lowland has been declining for years. In the St. Galler Rhine valley farmland has been ecologically improved with biodiversity promoting areas (BFF) since 1994 with the aim to promote the Brown Hare amongst other species. In this study, we compared the population trend of the Brown Hare with the increase of the BFFs, and also analysed the correlation of Brown Hare density with the proportions of BFF-types and semi-natural areas by means of a habitat model. Therefore a raster with 65 cells was laid over the study site. Since 1998, mainly extensively used meadows showing high ecological quality or including structures (bushes, uncut grass) were implemented and their percentage increased from 1,9 % in 2003 to 5,6 % in 2012. At the same time the Brown Hare population has grown significantly. The habitat model showed that the Brown Hare density in early spring nights was significantly positively correlated with the proportion of extensively used meadows with high ecological quality per cell. The improvement of meadows in the Swiss lowland towards high ecological quality and structural richness is thus a valuable starting-point when promoting the Brown Hare.

Key words: Brown Hare, biodiversity promoting area, ecological compensation area, quality, extensively used meadow.

- landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 189, 101–109.
- OFAG, 2013. Rapport agricole, 2013. Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Berne.
- Petrovan S. O., Ward A. I. & Wheeler P. M., 2013. Habitat selection guiding agri-environment schemes for a farmland specialist, the brown hare. *Animal conservation* 16, 344–352.
- Ruf T., 2003. Feldhase: Neues zur Ernährungsphysiologie. *Weidwerk* 1, 13–15.
- Schai-Braun S. C., Rödel H. G. & Hackländer K., 2012. The influence of day-light regime on diurnal locomotor activity patterns of the European hare (*Lepus europaeus*) during summer. *Mammalian Biology* 77, 434–440.
- Zellweger-Fischer J., 2014. Schweizer Feldhasenmonitoring 2014. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Zellweger-Fischer J., Kéry M. & Pasinelli G., 2011. Population trends of brown hares in Switzerland: The role of land-use and ecological compensation areas. *Biological conservation* 144, 1364–1373.
- Zuur A. F., Ieno E. N., Walker N. J., Saveliev A. A. & Smith G. M., 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. Verlag Springer, New York. 574 p.