

Monitoring du lynx dans le canton de Fribourg

—
Hiver 2015-2016



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la faune SFF
Amt für Wald, Wild und Fischerei WaldA



Impressum

Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts DIAF

Janvier 2017

Editeur

Service des forêts et de la faune **SFF**

Route du Mont Carmel 1

Case postale 155

1762 Givisiez

Collaborateurs

Elias Pesenti, José Genoud, Pierre Jordan, Fabrice Maradan, Martin Mauron, Erich Peissard, Michel Pharisa, Pascal Riedo, Patrick Romanens

Correctrice

Pierrette Baeriswyl

Photo de couverture

Erich Peissard

Copyright

Service des forêts et de la faune **SFF**

Remerciements

Nous remercions vivement tous ceux qui d'une manière ou d'une autre nous ont aidés et soutenus lors de la session de monitoring.

Nous remercions en particulier:

- le KORA (gestion des carnivores et gestion de la faune sauvage) pour la mise à disposition de leur base de données,
- Fridolin Zimmermann (KORA) pour les conseils scientifiques ainsi que pour l'identification des individus de lynx;
- les «naturalistes» de la Gruyère pour les contrôles effectués sur plusieurs sites.

Sommaire

1	Résumé	4
<hr/>		
2	Introduction	5
	Monitoring	5
	Objectif du rapport	5
<hr/>		
3	Matériel et méthodes	7
	Aire d'étude	7
	Piégeage photographique	7
	Capture-recapture	8
	Analyses non-spatiales	8
	Analyses spatiales	9
<hr/>		
4	Résultats	10
	Piégeage photographique	10
	Analyses non-spatiales	12
	Analyses spatiales	13
	Comparaison des densités	14
<hr/>		
5	Discussion	15
	Estimation de l'abondance	15
	Estimation de la densité	15
	Régulation des populations de lynx	16
	Piégeage photographique	17
<hr/>		
6	Bibliographie	18

ANNEXES

Annexe 1: Détection d'autres mammifères	21
Lynx (<i>Lynx lynx</i>)	21
Blaireau (<i>Meles meles</i>)	22
Bouquetin (<i>Capra ibex</i>)	22
Cerf (<i>Cervus elaphus</i>)	23
Chamois (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	23
Chat domestique (<i>Felis sylvestris catus</i>)	24
Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)	24
Fouine (<i>Martes foina</i>)	25
Lièvre brun (<i>Lepus europaeus</i>)	25
Lièvre variable (<i>Lepus timidus</i>)	26
Martre (<i>Martes martes</i>)	26
Renard (<i>Vulpes vulpes</i>)	27
Sanglier (<i>Sus scrofa</i>)	27

1. Résumé

Résumé

Afin de mieux connaître la situation du Lynx Eurasien (*Lynx lynx*) dans l'ensemble des Préalpes fribourgeoises, un suivi utilisant la méthode de capture-recapture photographique a été organisé pour la première fois au sein de cette région. Au total 29 sites (58 pièges photographiques) ont été échantillonnés durant 60 nuits, soit du 28 novembre 2015 au 26 janvier 2016 (effort d'échantillonnage de 1740 nuits). Les pièges photographiques ont fonctionné pendant 1699 des 1740 nuits potentielles (97.64%). Au total, 24 photos de lynx correspondant à 10 individus (5 mâles, 3 femelles et 2 de sexe inconnu) ont été détectées sur 11 sites. Une seule portée de deux jeunes a été photographiée. L'estimation de l'abondance (intervalle de confiance de 95 %) sous le modèle M_h (analyses non spatiales) était de 11 (11 – 27) lynx indépendants, ce qui correspond à une densité de 1.79 (0.89 – 2.68) lynx indépendants pour 100 km² et de 2.08 (1.04 – 3.12) pour 100 km² d'habitat favorable. Les modèles spatiaux sous le modèle M_B ont estimé les densités (intervalle de confiance 95%) à 1.68 (0.86 – 3.36) lynx indépendants pour 100 km² et à 2.42 (1.27 – 4.64) pour 100 km² d'habitat favorable. Les résultats des estimations de densité de cette étude se situent dans la moyenne des densités calculées dans d'autres régions de Suisse.

Zusammenfassung

Um die Situation des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx*) im gesamten Freiburger Voralpengebiet besser zu kennen, wurde zum ersten Mal innerhalb dieser Region ein Monitoring mithilfe der fotografischen Fang-Wiederfang-Methode durchgeführt. Insgesamt wurden an 29 Standorten (58 Fotofallen) während 60 Nächten Untersuchungen durchgeführt, d. h. vom 28. November 2015 bis am 26. Januar 2016 (Untersuchungsaufwand von 1740 Nächten). Die Fotofallen funktionierten in 1699 von 1740 theoretisch möglichen Fangnächten (97.64%). Insgesamt wurden 24 Fotos von 10 verschiedenen Individuen (5 Männchen, 3 Weibchen und 2 Tiere unbekanntes Geschlechts) an 11 Standorten erfasst. Ein einziger Wurf von zwei Jungluchsen wurde fotografiert. Die Schätzung der Abundanz (95% Konfidenzintervall) gemäss dem Modell M_h (nicht räumliche Analysen) ergab 11 (11 – 27) unabhängige Luchse, was einer Dichte von 1.79 (0.89 – 2.68) selbständigen Luchsen pro 100 km² resp. von 2.08 (1.04 – 3.12) pro 100 km² geeignetem Habitat entspricht. Die räumlichen Modelle nach dem Modell M_B haben Dichten (95% Konfidenzintervall) von 1.68 (0.86 – 3.36) selbständigen Luchsen pro 100 km² und von 2.42 (1.27 – 4.64) pro 100 km² geeignetem Habitat ergeben. Die Resultate der in dieser Studie geschätzten Dichten liegen im Durchschnitt der in anderen Regionen der Schweiz berechneten Werte.

2. Introduction

Monitoring

Dans les régions occupées par l'homme, la présence et la conservation des grands prédateurs sont souvent conflictuelles (Meriggi et Lovari, 1996; Polisar, 2000; Karanth et Maduhsudan, 2002). Afin de pouvoir appliquer une gestion adaptée vis-à-vis de ces populations, comme pour le reste de la faune sauvage, il est nécessaire d'avoir un maximum d'informations concernant la taille de la population, la répartition des individus ainsi que leur évolution au cours du temps (Karanth et al, 1999). Si ces informations sont récoltées de manière précise et standardisée, les données peuvent être utilisées pour une meilleure conservation des espèces et peuvent ensuite mieux définir des mesures afin d'atteindre les buts de gestion (OFEV, 2010). Malheureusement, le recensement absolu de l'ensemble d'une population, notamment des espèces forestières, n'est pas possible (Cederlund et al, 1998). Cependant, pour les espèces identifiables par des marques naturelles ou artificielles, comme chez le Lynx Eurasien (*Lynx lynx*), des méthodes dites de capture-recapture photographique permettent d'estimer la probabilité de capture, les effectifs et donnent aussi une mesure de la précision de l'estimation. La méthode du piégeage photographique présente plusieurs avantages : d'une part elle n'exige pas la capture physique des individus (méthode non invasive) et d'autre part, elle nécessite qu'une présence ponctuelle dans le terrain. De ce fait, elle limite les dérangements de la faune sauvage (Henschel & Ray, 2003; Silveira et al, 2003). Un des buts principaux de la méthode de capture-recapture photographique est de photographier un maximum d'individus différents et d'avoir un maximum de photos de chaque individu (Karanth & Nichols, 2002).

L'utilisation du piégeage photographique pour le suivi d'espèces de félins est courante dans le monde entier, par exemple chez le tigre *Pantera tigris* (Karanth et al, 2006), le jaguar *Pantera onca* (Silver et al, 2004), le puma *Puma concolor* (Kelly et al, 2008) et chez le léopard des neiges *Panthera uncia* (Jackson et al, 2006). En Suisse, le premier suivi du lynx par piégeage photographique a été effectué dans le nord-ouest des Alpes suisses en 1998 (Laass, 1999). Depuis, d'autres suivis avec la même méthodologie ont eu lieu dans les régions de Suisse où la présence de populations viables de lynx a été confirmée (Laass, 2002; Ryser et al, 2005; Zimmermann et al, 2007). Le monitoring du lynx dans le canton de Fribourg est effectué tous les deux ans depuis 1998. Cependant, l'emplacement des pièges photographiques dans l'aire de référence se limitait à une partie des Préalpes fribourgeoises (vallée de la Jogne et Vallée de l'Intyamon). C'est la raison pour laquelle des pièges photographiques ont également été posés dans l'extension fribourgeoise comprenant la région du Lac Noir dès l'hiver 2009-2010 (Zimmermann et al, 2010). Dans le cadre de cette étude, l'extension fribourgeoise a été élargie pour la première fois sur l'ensemble des Préalpes fribourgeoises (fig. 1).

Objectif du rapport

Le présent rapport évalue, pour la première fois, la situation du lynx dans l'ensemble des Préalpes fribourgeoises grâce à l'utilisation de la méthode dite de capture-recapture photographique.

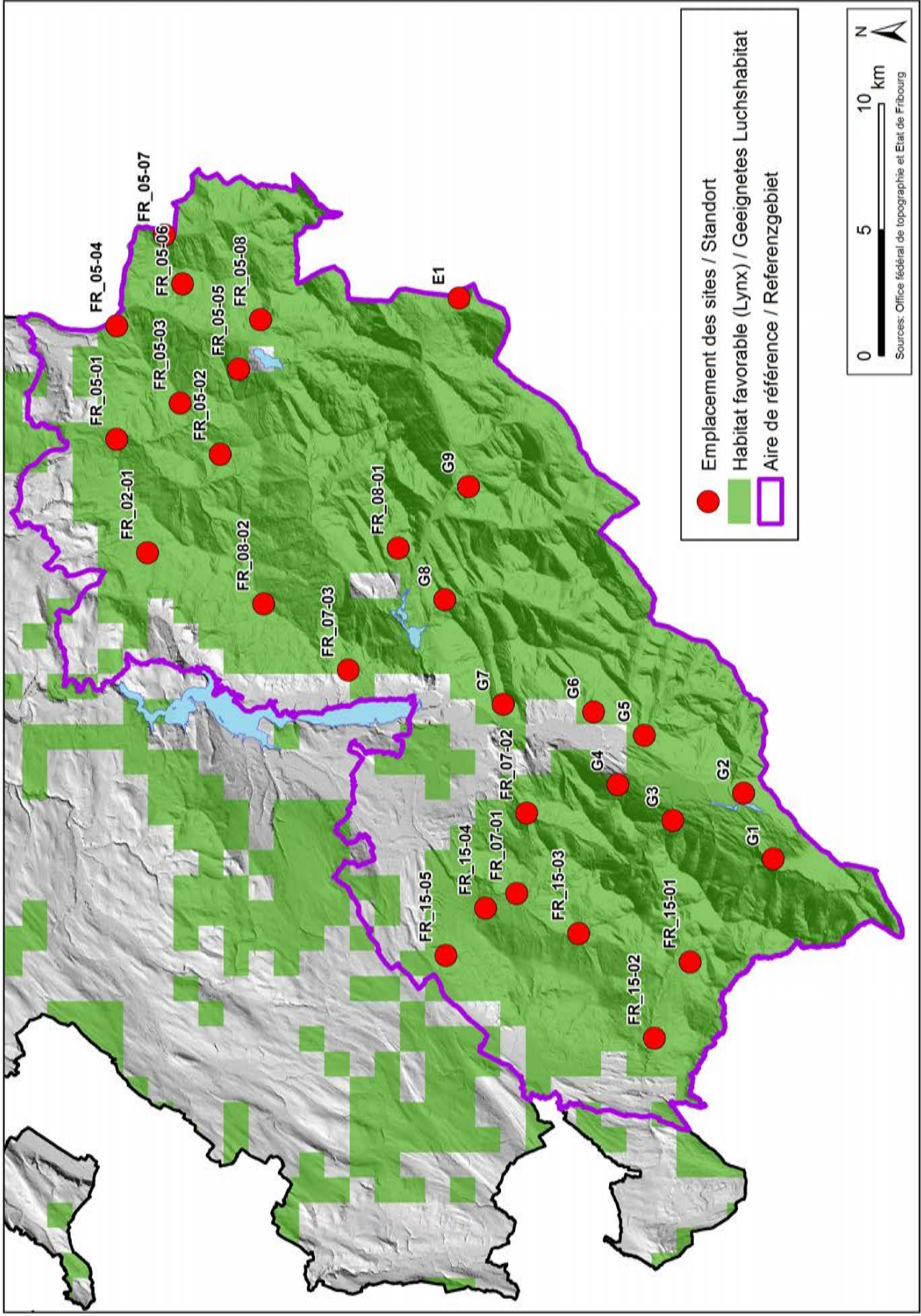


Figure 1
 Carte du périmètre de l'aire de référence fixe (en violet, 616,18 km²), l'emplacement spatial des sites (points rouges) ainsi que la surface d'habitat favorable (en vert) selon Zimmermann (2004).

3. Matériel et méthodes

Aire d'étude

L'extension fribourgeoise (EFR, 616.18 km²), qui comprend toutes les Préalpes fribourgeoises, est délimitée dans la partie sud et sud-est par les limites cantonales de Berne et de Vaud et dans la partie nord par les limites biogéographiques de Suisse (« Voralpen »). Cette dernière limite est issue d'une analyse statistique de relevés cartographiques de la flore suisse ainsi que de données faunistiques du Centre suisse de cartographie de la faune (SDEUSER.OFE3501S_REG_BIOGEO). L'EFR comprend la *vallée de la Trême*, la *vallée de l'Intyamon*, la *vallée de la Jogne*, le *Burgerwald*, le *Plasselbschlund*, le *Seeschlund* et le *Muscherenschlund* (fig. 1). Le point le plus bas de l'aire d'étude se situe à 599 m (*La Sarine, Treyvaux*) tandis que le point le plus élevé se situe à 2389 m (*Vanil Noir, Grandvillard*). La forêt couvre 38.09 % (234.75 km²) de l'aire d'étude. Elle est composée de 59 % d'épicéas, 11 % de sapins, 0.4 % de mélèzes, 0.3 % de pins, 0.1 % d'autres résineux, 13.7 % de hêtres, 4.8 % d'érables, 3.3 % de frênes et 6.9 % d'autres feuillus.

Piégeage photographique

L'EFR a été divisée en cellules de 2.7 km x 2.7 km (Laass, 1999). Les sites ont été choisis dans chaque deuxième cellule avec au moins 1/3 de sa superficie au-dessous de 1800 m d'altitude. En effet, en hiver les lynx préfèrent se déplacer au-dessous de la limite des arbres (Breitenmoser-Würsten et al, 2001). Dans l'EFR, 29 sites au total ont été équipés et échantillonnés durant 60 nuits, soit du 28 novembre 2015 au 26 janvier 2016, ce qui correspond à un effort potentiel d'échantillonnage de 1740 nuits. Les pièges photographiques ont été installés sur des routes forestières et des chemins pédestres souvent utilisés par le lynx (expériences et observations des gardes-faune, service des forêts et de la faune, SFF). En sachant que les deux flancs du lynx ne sont pas identiques et afin de disposer d'un maximum d'informations pour la construction du calendrier de captures, chaque site a été équipé de deux pièges photographiques posés de part et d'autre du chemin (Zimmermann et al, 2004). Les pièges photographiques étaient placés à une hauteur de plus au moins 80 cm afin d'avoir des images du flanc du lynx de bonne qualité (limitation de l'effet de distorsion et de déformation). Tous les 7 à 10 jours, les pièges photographiques étaient contrôlés afin de changer les accus, les cartes SD et remplacer les appareils défectueux si nécessaire.



Figure 2. Pièges photographiques utilisés pour le monitoring du lynx.

Leur hauteur a été ajustée en fonction de la quantité de neige présente sur place. Les appareils utilisés étaient des caméras digitales de type Cuddeback model C123 (Cuddeback, Green Bay, Wisconsin) pourvues de flash Xenon blanc (fig. 2). Pour identifier individuellement les lynx photographiés, chaque image a été comparée à un ensemble d'images de référence d'individus déjà connus par le piégeage photographique (base de données du KORA).

Capture-recapture

Une histoire de captures a été créée pour chaque individu en spécifiant le sexe de l'individu (visible sur la photo ou informations disponibles grâce aux observations des années précédentes), l'heure de capture ainsi que l'identité de leur mère (Zimmermann et al, 2007). En raison de leur fort taux de disparition (mortalité et dispersion) les lynx juvéniles, qui d'après leur âge devraient encore accompagner leur mère, ont bien été identifiés mais comptés comme capture de la femelle résidente (leur mère) dans le calendrier de captures. L'estimation de la taille de la population correspond donc au nombre de lynx indépendants (lynx de plus d'un an). L'histoire de captures, en système de numérotation binaire, ne peut prendre que deux valeurs notées par convention 0 et 1. La valeur 0 désigne l'absence de capture dans une période donnée tandis que le 1 désigne la capture de l'individu. Si un individu a été capturé plusieurs fois dans la même période donnée, le résultat reste toujours 1.

Analyses non-spatiales

Comme déjà fait pour les études précédentes (p. ex. Zimmermann et al, 2012), les 60 nuits de monitoring ont été divisées en 12 périodes de 5 jours consécutifs (pentades). Les résultats consistent en une matrice qui résume l'histoire de captures en système de numérotation binaire pour tous les individus capturés lors du monitoring. Cette dernière a été utilisée dans le module CAPTURE du programme MARK (White et Burnham, 1999) pour estimer les effectifs de populations fermées. La fermeture de la population a été testée au moyen du programme CloseTest 3.0 (Stanley et Burnham, 1999). Le module CAPTURE sélectionne le meilleur modèle parmi 8 modèles possibles, entre autres, M_0 (la probabilité de capture est la même pour tous les individus et n'est pas influencée par une modification du comportement ; elle ne varie pas au cours du temps) et M_h (la probabilité de capture varie d'un individu à l'autre mais pas au cours du temps). Généralement le modèle M_0 est le modèle ayant le meilleur classement suivi du modèle M_h (Zimmermann et al, 2007). Par contre, c'est le modèle M_h qui est le plus utilisé car, d'un point de vue biologique, les mâles et les femelles n'ont pas la même probabilité de capture (Pesenti et Zimmermann, 2013). De plus, ce modèle est plus robuste au cas où les hypothèses sous M_0 n'étaient pas respectées.

Afin de comparer les résultats entre les différentes aires d'étude et afin de pouvoir intervenir dans la gestion des populations de lynx (art. 12 al. 4 LChP, art. 9 de la Convention de Berne), il est important de convertir l'estimation de l'abondance en densité. Pour ce faire, il suffit de diviser l'estimation de l'abondance (N) par la surface de l'aire d'étude (\hat{A}).

$$D=N/\hat{A}$$

Une estimation de la densité tenant compte de l'habitat favorable du lynx (Zimmermann et al, 2004) a également été effectuée.

Analyses spatiales

Dans ce rapport, les analyses spatiales ont été effectuées en utilisant des estimateurs basés sur des fonctions de vraisemblance dans le « *package secr* » (Spatially explicit capture-recapture model, Efford 2016) dans l'environnement statistique R (R 3.3.1, Core Team 2016). Les modèles de capture-recapture spatiale estiment la densité sur la base des histoires de captures en tenant compte de la localisation spatiale des captures. L'aire délimitée par les centres d'activités potentiels doit être choisie suffisamment grande afin qu'elle n'influence pas l'estimation de la densité. Pour ce faire, différentes largeurs de zones tampons ont été ajoutées à l'aire échantillonnée afin de déterminer à partir de quelle largeur l'estimation de la densité se stabilise (cf. Pesenti et Zimmermann, 2013). Un des avantages de cette méthode est qu'elle ne nécessite pas de délimiter l'aire d'échantillonnage de façon arbitraire, comme dans le cas des modèles de capture-recapture non spatiales. De plus, les modèles de capture-recapture spatiale sont plus robustes aux effets de bords (domaines vitaux qui ne chevauchent que partiellement la zone échantillonnée par le piégeage photographique). Trois sources d'informations sont nécessaires (Efford, 2008 ; Royle et al 2009) :

- histoire de captures pour chaque individu (identité, localisation et occasion pour laquelle l'individu a été capturé);
- déploiement des sites (localisation des pièges photos y compris l'information sur leur fonctionnement);
- centres d'activités des lynx (maillage 1000 x 1000 m de centres d'activités potentiels localisés dans l'habitat favorable du lynx et comprenant la valeur de 1 lorsque le centre d'activités potentiel est localisé dans l'habitat favorable et 0 pour le cas contraire).

Comme tous les modèles de capture-recapture spatialement explicites, « *secr* » ajuste une fonction de détection qui relie la probabilité de détection d'un individu ou le nombre de détections attendues à la distance du détecteur, dans notre cas le site équipé de pièges photographiques, au point considéré comme son centre d'activités ou le centre de son domaine vital. Dans notre cas, nous avons utilisé la fonction par défaut qui est la loi de la demi-normale. Le « *package secr* » permet d'ajuster toute une série de modèles prédéfinis équivalents aux modèles non spatiaux de capture-recapture (voir analyses non spatiales) mais aussi des modèles plus complexes qui permettent d'investiguer, par exemple, l'effet du sexe sur les paramètres de détection (g_0 et σ). Dans notre cas, le choix du meilleur modèle a été fait en suivant l'approche décrite dans Zimmermann et Foresti (2016). Comme suggéré par Royle et al, 2014, les modèles ont été comparés à l'aide du ΔAIC . Seuls les modèles avec un $\Delta AIC < 2$ ont été retenus (Burnham et Anderson, 2002).

4. Résultats

Piégeage photographique

Des pièges photographiques ont été placés sur 29 sites durant 60 nuits, ce qui équivaut à une durée d'échantillonnage potentielle de 1740 nuits de captures. En raison de fortes chutes de neige durant le mois de janvier 2016 et d'un vol de matériel subi dans la région du Plasselbschlund à la fin de décembre 2015, l'effort d'échantillonnage effectif a été ramené de 1740 à 1699 nuits effectives (97.64 %). Cette valeur se situe à la limite supérieure des valeurs observées dans d'autres études (84.2 % dans le suivi du lynx mené dans le Jura, Zimmermann et al, 2007 ; 99.7 % dans le suivi du lynx mené dans l'aire de référence du nord-est de la Suisse, Zimmermann et al, 2016). Sur les 29 sites utilisés pour le monitoring, onze sites ont détecté des lynx durant cette période, ce qui correspond à 37.93 % des sites. Les sites positifs sont distribués sur l'ensemble de l'EFR (fig. 3). Vingt-quatre photos de lynx correspondant à 10 individus (5 mâles, 3 femelles et 2 de sexe inconnu) ont été prises durant la période du monitoring (Tab. 1 et fig. 3). Un total de deux jeunes (B527 et R223) a pu être détecté sur une même photo (une seule portée, mère B202) dans la région du Lac Noir. Aucune autre portée n'a été identifiée dans l'EFR. Aucun lynx supplémentaire n'a été détecté avant ou après la période du monitoring proprement dit.

Tableau 1

Tableau résumant les individus capturés lors du monitoring ainsi que leur sexe (si disponible), le nombre de détections et la date de la première observation.

Lynx	Sexe	Nombre de détections	Connus depuis
B189	f	1	2010
B201	f	3	2010
B202 ^a (+ 2 juv.)	f	2	2010
B240	m	1	2011
B335	m	1	2012
B358	m	6	2013
B381	m	3	2013
B383	?	4	2013
L215	?	1	2016
PIRO	m	2	2006

^a à cause de leur fort taux de disparition (mortalité et dispersion) les individus juvéniles photographiés sont identifiés mais considérés comme une capture de leur mère lors de la construction du calendrier de capture (Zimmermann et al., 2007).

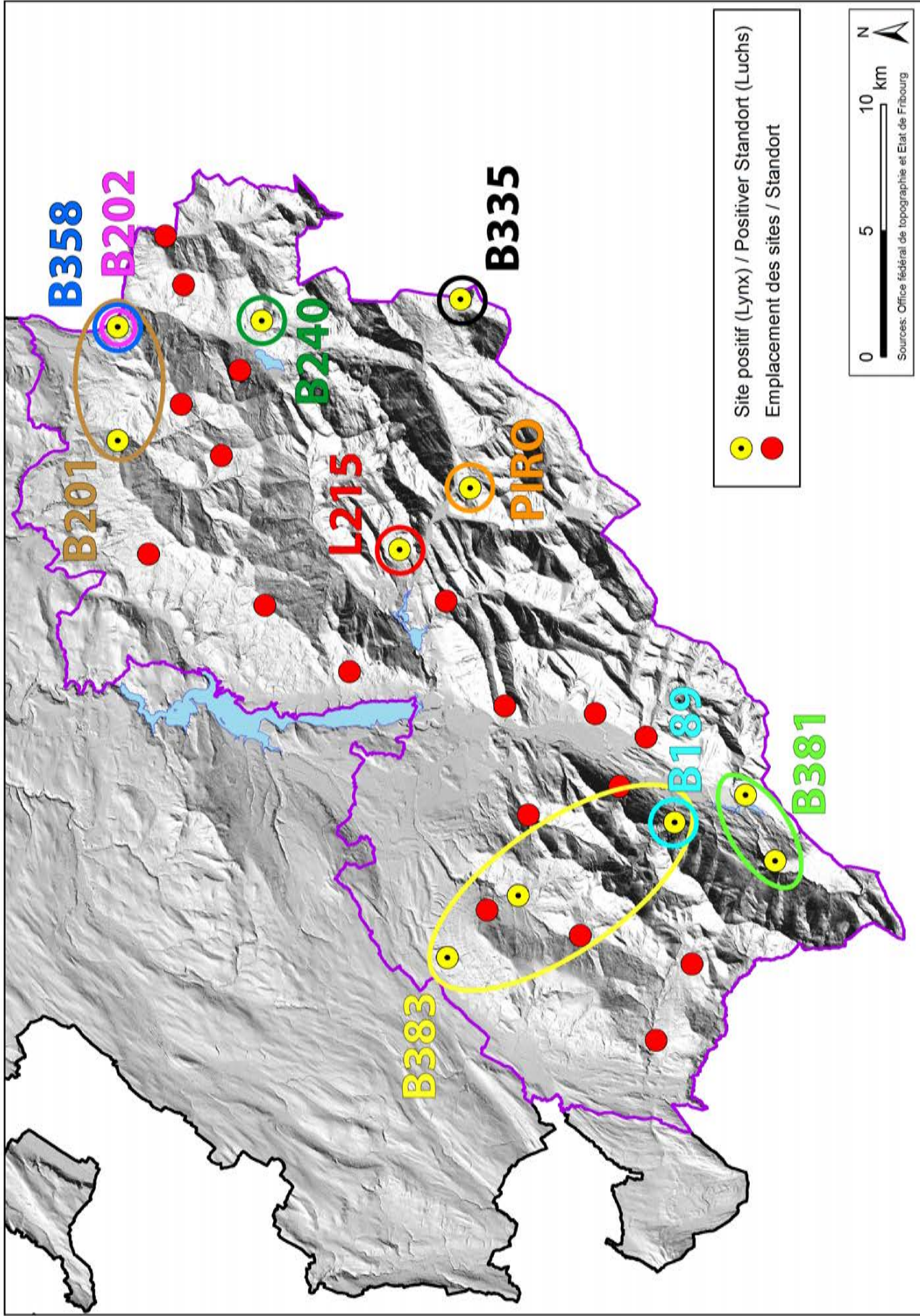


Figure 3
 Carte résumant la répartition spatiale des captures pour chaque individu dans l'EFR. Sur un total de 29 sites (munis de deux pièges photographiques chacun), 11 sites ont détecté la présence du lynx. Chaque ellipse de couleur englobe le ou les sites où un même individu a été photographié.

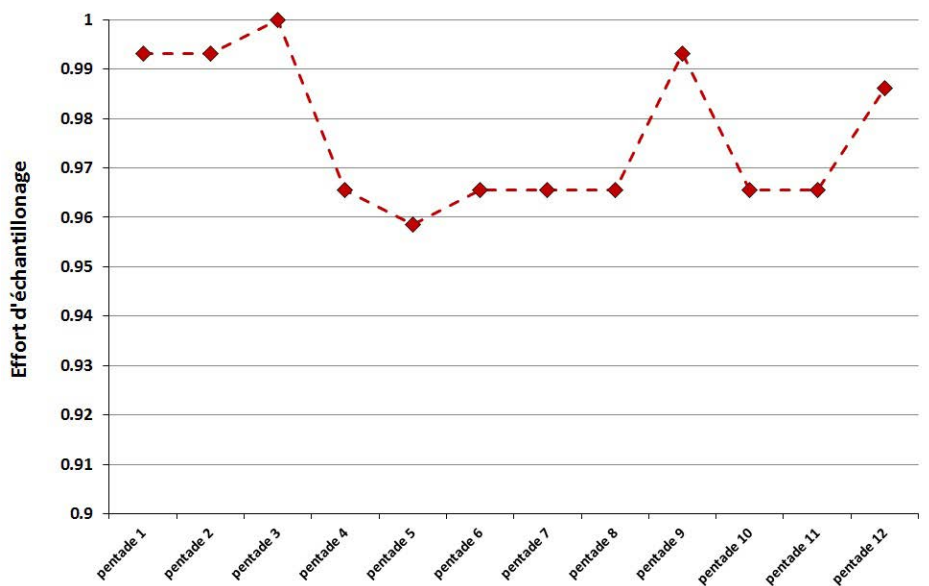


Figure 4

Courbe représentant l'effort d'échantillonnage par pentade (en pourcentage). La pentade la moins efficace a été la cinquième pentade (vol de matériel et présence de neige).

Analyses non-spatiales

Le nombre de captures cumulées (si un individu est capturé à plusieurs reprises durant la même pentade, celui-ci est considéré comme étant une seule capture) augmente de manière presque linéaire avec le nombre de pentades (12 périodes de 5 jours consécutifs, fig. 5).

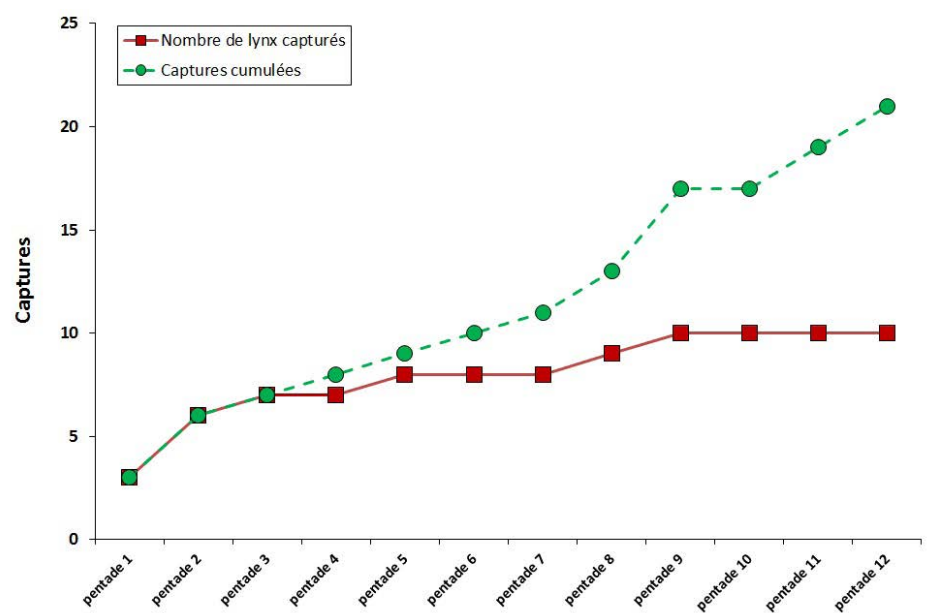


Figure 5

Nombre de lynx indépendants capturés pendant la période du suivi (en rouge) ainsi que le nombre cumulé des captures (en vert).

Le nombre de lynx se stabilise une première fois à huit individus (5^e – 7^e pentades). Un individu vient s'ajouter à la 8^e et un autre individu à la 9^e. Ainsi, le nombre de lynx indépendants différents photographiés au cours des deux mois d'échantillonnage s'élève à 10 individus.

D'un point de vue statistique, le programme CloseTest a pu démontrer que la population étudiée est bien une population fermée ($X^2 = 3.83, p = 0.92$). Sous le modèle M_h qui permet des probabilités de captures hétérogènes, la probabilité de capture moyenne ($p\text{-hat}$) dans l'aire d'étude était de 0.1541. L'estimation de l'abondance (intervalle de confiance de 95 %) sous le modèle M_h était de 11 (11 - 27) lynx indépendants. 90.9 % (10 sur 11) des individus ont donc été photographiés. L'estimation de la densité (intervalle de confiance de 95 %) dans l'EFR est de 1.79 (0.89 – 2.68) lynx indépendant pour 100 km². L'estimation de la densité (intervalle de confiance de 95 %) en ne prenant en considération que l'habitat favorable de l'EFR, est de 2.08 (1.04 – 3.12) pour 100 km² d'habitat favorable.

Analyses spatiales

L'utilisation de plusieurs zones tampons autour de l'EFR a été testée (sous le modèle M_σ). Comme dans l'étude menée par Zimmermann et Foresti (2016), l'estimation de la densité se stabilise avec une largeur de zone tampon de 13 km ou plus (fig. 6).

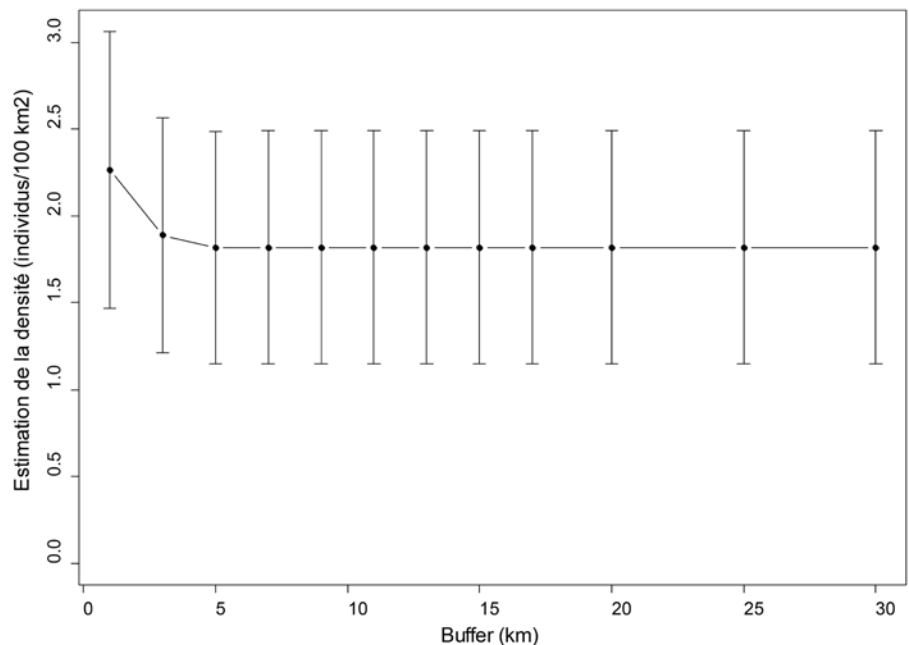


Figure 6

Stabilisation de l'estimation de la densité de lynx (individus/100 km²) en utilisant la modèle M_σ . Même si les différences ne sont pas très visibles sur le graphique, les résultats sont identiques avec l'utilisation d'une zone tampon de 13 km et plus.

Une largeur de zone tampon équivalente à 13 km a été rajoutée à l'aire échantillonnée pour délimiter l'aire des centres d'activités potentiels. Selon le ΔAIC le modèle qui explique le mieux notre jeux de données est le M_B qui correspond à une densité (intervalle de confiance 95 %) de 1.68 (0.86 – 3.36) lynx indépendant pour 100 km² ou de 2.42 (1.27 – 4.64) pour 100 km² d'habitat favorable.

Comparaison des densités

Au total, quatre estimations de densité ont été calculées sur la base de modèles (spatial ou non spatial) et en tenant compte de l'habitat (habitat tout confondu ou uniquement habitat favorable). Les estimations de densité sont similaires mais les intervalles de confiance sont beaucoup plus grands en utilisant les modèles spatiaux. Cela est particulièrement flagrant lorsque la densité est estimée par unité d'habitat favorable (fig. 7).

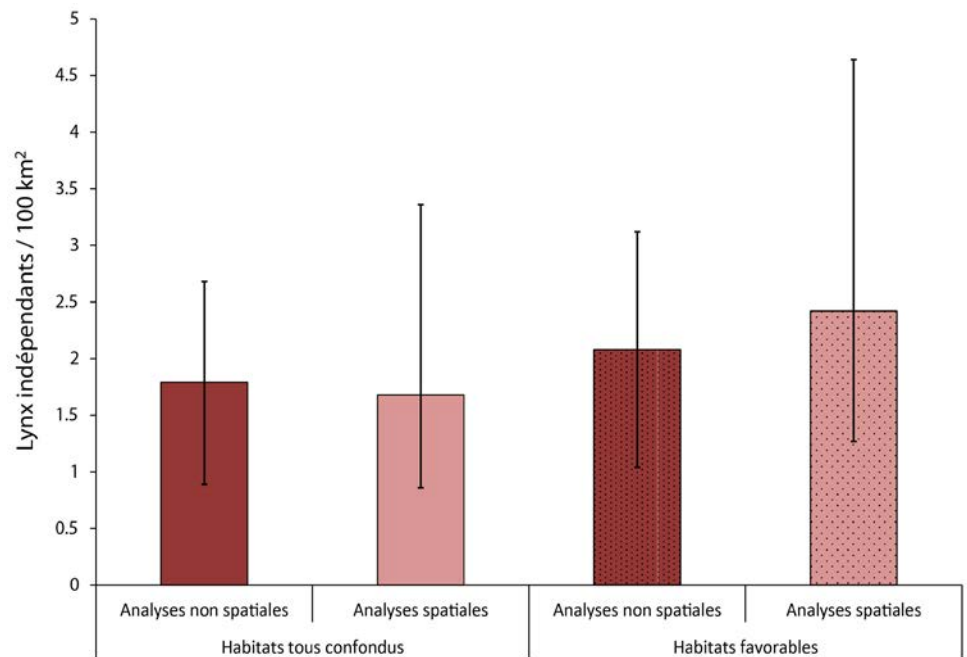


Figure 7

Comparaison des estimations de densité de lynx sur la base de modèles (spatial ou non spatial) et en tenant compte de l'habitat (habitat tout confondu ou uniquement habitat favorable).

5. Discussion

Estimation de l'abondance

Onze lynx indépendants ont été estimés dans la zone d'étude. Ainsi, 90 % des individus ont été détectés pendant les 60 nuits du suivi. Si on compare le nombre de lynx détectés dans les sites situés entre la vallée de l'Intyamou et la vallée de la Jogne lors de cette étude avec celui d'il y a deux ans (Zimmermann et al, 2014), on voit que les effectifs n'ont pas changé. Tout au long de l'année, le Service des forêts et de la faune (SFF) récolte des données sur les indices de présence du lynx dans le canton de Fribourg (monitoring extensif). Ces données sont des observations occasionnelles effectuées principalement par les gardes-faune mais aussi par les promeneurs, les chasseurs ainsi que les naturalistes. Plusieurs types d'observations sont possibles : photos, vidéos, observations directes, traces, proies, etc. Toutes ces observations sont saisies dans une base de données afin d'avoir un maximum d'informations sur la répartition spatiale du lynx dans le canton de Fribourg tout au long de l'année. Lorsque l'on dispose d'une bonne photographie, il est possible d'identifier l'individu et d'estimer ensuite l'abondance. Pour l'année 2015, un total de 10 individus a été identifié dans l'EFR grâce à ces observations occasionnelles. Ce résultat correspond exactement au nombre de lynx capturés lors du monitoring intensif (approfondi dans ce rapport). Ce résultat démontre que les deux méthodes, même avec une approche différente, arrivent à une même conclusion et renforcent ainsi les différentes analyses effectuées.

Il est important de souligner que plusieurs lynx détectés dans le canton de Fribourg ont une partie de leur territoire (domaine vital) qui se trouve en dehors du canton : *B335* (BE et FR) ; *B381* (VD et FR) et *PIRO* (BE, VD et FR). Il est donc aussi probable que d'autres individus présents dans le canton de Fribourg aient une partie de leur territoire également dans les deux autres cantons mais qu'ils n'ont pas été détectés lors du monitoring intensif. Ce point est très important afin de ne pas arriver à des fausses conclusions. Il est donc important de préciser qu'il n'y a pas 10 individus qui vivent uniquement dans le canton de Fribourg mais que ceux-ci ont une partie ou la totalité de leur territoire dans le canton de Fribourg.

Estimation de la densité

Les quatre valeurs de densité de lynx estimées selon différents procédés (voir matériel et méthode) ne diffèrent pas entre elles de manière significative. Toutefois les estimations qui résultent des modèles spatiaux de capture-recapture ont un plus grand intervalle de confiance. Ce plus grand degré d'imprécision est probablement dû au fait que la surface de l'aire de référence est trop petite pour mesurer de manière précise et fiable les mouvements des lynx. Les effets de bords, qui peuvent entraîner des fluctuations des populations, sont plus importants dans les petites régions d'étude. La surface de l'EFR se situe à la limite inférieure des aires de référence fixe échantillonnées en Suisse (F. Zimmermann communication pers). Si on compare l'estimation de densité (intervalle de confiance 95 %) dans l'EFR avec les résultats du monitoring des autres aires de référence de Suisse suivi le même hiver, on s'aperçoit qu'avec 2.08 (1.04 – 3.12) lynx indépendants pour 100 km² d'habitat favorable le résultat se situe dans la moyenne : 2.58 (1.93 – 3.24) pour l'aire de référence du nord-ouest des Alpes (Zimmermann et al, 2016), 2.09 (1.76 – 2.43) pour l'aire de référence de Suisse centrale (Kunz et al, 2016) et 1.75 (1.32 – 2.19) pour l'aire de référence du nord du Jura (Kunz et al, 2016).

Régulation des populations de lynx

La régulation des populations de lynx est autorisée lorsque les conditions suivantes sont remplies à l'échelle d'un sous-compartiment (annexe 2, Plan Lynx Suisse, 2016): expansion du lynx à grande échelle, au moins trois reproductions réussies attestées, une densité d'au moins 1.5 lynx indépendant pour 100 km² d'habitat favorable et dégâts sur les animaux de rente importants. Les dégâts causés aux animaux de rente sont jugés importants si plus de 35 animaux de rente sont attaqués par un lynx en l'espace de quatre mois ou si plus de 25 animaux de rente ont été attaqués en un mois (toujours en présence de mesures de protection raisonnables). Des pertes sévères dans les régales de la chasse peuvent aussi être un facteur pour une éventuelle demande de tir (art. 4, al. 1 let. g, OChP). Pour pouvoir évaluer, décréter et planifier une régulation au sein de la population, il est indispensable d'avoir le plus d'information possible sur l'évolution des effectifs de chevreuils, des chamois ainsi que sur l'évolution des dégâts causés aux animaux de rente et l'état de régénération des peuplements forestiers.

Dans le canton de Fribourg, toutes ces données sont récoltées depuis plusieurs années. Concernant les animaux de rente en 2015 dans le canton de Fribourg, deux chèvres ont été attaquées par le lynx (Jaun et Grandvillard) et en 2016 un seul mouton a été attaqué par le lynx (Oberried). Concernant les ongulés sauvages, les recensements effectués sur les populations de chevreuils dans la région des Préalpes montrent une stabilisation des effectifs depuis plusieurs années (site internet, SFF). Cette région, fermée à la chasse depuis plusieurs années, montre une situation d'équilibre entre le chevreuil et le lynx (équilibre proie-prédateur). Par contre, une diminution est observée dans la même région sur les effectifs de chamois (site internet, SFF). Plusieurs facteurs semblent être la cause de cette diminution : maladies, pression des grands prédateurs, compétition avec d'autres espèces, dérangement, etc. Cette diminution est plus importante dans les régions ouvertes à la chasse. Le SFF, en collaboration avec d'autres organisations, est en train d'étudier des solutions afin de réduire cette diminution des effectifs de chamois. Concernant l'état de régénération des peuplements forestiers, un suivi standardisé est effectué par le SFF depuis plusieurs années. Les résultats indiquent que plusieurs régions des Préalpes sont encore dans un état délicat. La présence de grands prédateurs peut aider à retrouver un équilibre forêt-faune.

Comme indiqué dans l'annexe 2 du Plan Lynx Suisse (2016), le canton de Fribourg (région des Préalpes) est concerné par deux sous-compartiments : *IVa* (Simme-Saane) et *IVc* (nord du Rhône). Pour une demande de tirs de régulation, le canton de Fribourg doit non seulement démontrer que les conditions mentionnées ci-dessus sont respectées mais doit également consulter les autres cantons présents dans les sous-compartiments ainsi que l'OFEV. Au vu des différentes conditions mentionnées précédemment, une régulation de lynx ne s'impose pas dans le territoire fribourgeois des deux sous-compartiments. Sous réserve des résultats des autres cantons, une discussion sera menée pour voir si les différentes conditions sont respectées au sein d'un sous-compartiment dans le but de prendre la bonne décision tout en respectant les bases légales en vigueur.

Piégeage photographique

Pour la première fois un suivi a été effectué au sein de toute la région biogéographique des Préalpes fribourgeoises depuis le retour du lynx dans ce massif. Des affiches informant des buts de l'étude ont été placées sur chaque site d'échantillonnage. Malgré cela, du matériel a été volé lors des pentades 5-8 sur le site FR_05-03 dans la région du Plasselbschlund. Pour le canton, les conséquences de ces vols sont non seulement une perte économique (matériel financé par de l'argent public) mais aussi une perte d'informations dans le cadre du suivi du lynx et de la faune sauvage (annexe 1). En effet, si un lynx ou tout autre animal sauvage passe par un site où le piège photographique a été volé, il ne peut pas être détecté. Toutefois malgré ces vols, les nuits effectives se trouvent à la limite supérieure de celles observées dans d'autres études avec les pièges photographiques. Sur les vingt-neuf sites utilisés pour le monitoring du lynx, onze ont eu des détections de lynx (= sites positifs). Comme lors des derniers suivis effectués dans la région du Lac Noir (Zimmermann et al, 2012 ; Zimmermann et al, 2014), la femelle B202 s'est aussi reproduite en 2016 (2016 : 2 juvéniles ; 2014 : 2 juvéniles ; 2012 : 3 juvéniles). Bien qu'une grande partie de l'aire d'étude ait été échantillonnée pour la première fois, il y a une grande proportion de sites positifs. En se basant sur l'expérience des collaborateurs du SFF, ce résultat a démontré que les emplacements des sites ont été adéquats. Grâce aux informations collectées lors de cette première session, il sera possible d'optimiser lors du prochain monitoring les sites qui n'ont pas détecté de lynx.

6. Bibliographie

- Breitenmoser-Würsten, Ch., Zimmermann, F., Ryser, A., Capt, S., Laass, J., Siegenthaler, A. & Breitenmoser, U. (2001) Untersuchung zur Luchspopulation in der Nordwestalpen der Schweiz 1997-2000. Kora Bericht, 9d,1-88.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (2002) Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretical Approach, 2nd edn. Springer-Verlag, New York.
- Cederlund, G., Bergqvist, J., Kjellander, P., Gill, R., Gaillard, J.M., Boisubert, B., Ballon, P. & Duncan, P. (1998) Managing roe deer and their impact on the environment: maximizing the net benefits to society. The European Roe Deer: The Biology of Success (eds R. Anderson, P. Duncan & J.D.C. Linnell), pp. 337-371. Scandinavian University Press, Oslo.
- Efford, M.G., Borchers, D.L. & Byrom, A.E. (2008) Density estimation by spatially explicit capture-recapture: likelihood-based methods. Modelling demographic processes in marked populations (eds D.L. Thomson, E.G. Cooch & M.J. Conroy), pp. 255-269. Springer-Verlag, New-York.
- Efford, M.G. (2016) Spatially explicit capture-recapture in R. Package "secr". <http://www.cran.r-project.org/>
- Laass, J. (1999) Evaluation von Photofallen für ein quantitatives Monitoring einer Luchspopulation in den Schweizer Alpen. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Laass J. (2002) Fotofallen-Monitoring im westlichen Berner Oberland 2001. Fotofallen-Extensiv-Einsatz 2001. Fotofallen-Intensiv-Einsatz Winter 2001/2002. KORA Bericht Nr. 14 d, 28 pp.
- Meriggi, A. & Lovari, S. (1996) A review of wolf predation in southern Europe: does the wolf prefer wild prey to livestock? Journal of Applied Ecology, 33, 1561-1571.
- Henschel, P. & Ray, J. (2003) Leopards in African Rainforests: Survey and Monitoring Techniques. Wildlife Conservation Society, New York.
- Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R. & Hunter, D.O. (2006) Estimating snow leopard population abundance using photography and capture-recapture techniques. Wildlife Society Bulletin, 34, 772-781.
- Karant, K.U., Sunquist, M.E. & Chinnappa, K.M. (1999) Long-term monitoring of tigers: lessons from Nagarhole. Riding the tiger: tiger conservation in human-dominated landscapes (eds J. Seidensticker, S. Christie & P. Jackson), pp. 114-122. Cambridge University Press, Cambridge.
- Karant, K.U. & Madhusudan, M.D. (2002) Mitigating human-wildlife conflicts in southern Asia. Marking parks work: identifying key factors to implementing parks in the tropics (eds J. Terborgh, C.P. Van Schaik, M. Rao & L.C. Davenport), 250-264 p. Island Press, Covelo.
- Karant, K.U. & Nichols, J.D. (2002) Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia. Bangalore, Karnataka, India: Center for Wildlife Studies.
- Karant, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S. & Hines, J.E. (2006) Assessing tiger population dynamics using photographic capture-recapture sampling. Ecology, 87, 2925-2937.

-
- Kelly, M.J, Noss, A.J., DiBitetti, M.S., Maffei, L., Arispe, R., Paviolo, A., De Angelo, C.D. & DiBlanco, Y.E. (2008) Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, Belize. *Journal of Mammalogy*, 89, 408–415.
- Kunz F., Landolf M., Steiner M., Breitenmoser-Würsten C., Breitenmoser U. & Zimmermann F. (2016) Abondance et densité du lynx dans le Nord du Jura suisse: estimation par capture-recapture photographique dans le compartiment I, durant l'hiver 2015/16. *KORA Bericht* 75, 16 pp.
- Kunz F., Tschanz P., Shepherd M., Breitenmoser-Würsten C., Breitenmoser U. & Zimmermann F. (2016) Abundanz und Dichte des Luchses in der Zentralschweiz West: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im KOMPartment III, Winter 2015/16. *KORA Bericht Nr.* 73, 15 pp.
- Office fédéral de l'environnement OFEV (2010) Forêt et gibier - Notions de base pratiques. Bases scientifiques et méthodologiques de la gestion intégrée du chevreuil, du chamois, du cerf élaphe et de leur habitat. *Connaissance de l'environnement* 1013, 232 p.
- Office fédéral de l'environnement OFEV (2016) Plan Lynx. Aide à l'exécution de l'OFEV relative à la gestion du lynx en Suisse. 23 pp.
- Pesenti, E. & Zimmermann, F. (2013) Density estimation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Swiss Alps. *Journal of Mammalogy*, 94, 73 – 81.
- Polisar, J. (2000) Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological perspectives of management issue. Ph.D. thesis, University of Florida.
- R Development Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>.
- Royle, J.A., Karanth, K.U., Gopalaswamy, A.M. & Kumar, N.S. (2009) Bayesian inference in camera trapping studies for a class of spatial capture-recapture models. *Ecology*, 90, 3233-3244.
- Royle, J.A., Chandler, R.B., Sollmann, R. & Garner, B. (2014) *Spatial Capture-Recapture*. Waltham, MA: Academic Press.
- Ryser A., von Wattenwyl K., Willisch Ch., Leathwood I., Zimmermann F. & Breitenmoser U. (2005) 1. Monitoringbericht LUNO2 - Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2004/2005. *KORA Bericht Nr.* 31, 32 pp.
- Silveira, L., Jacomo, A.T.A. & Diniz-Filho, J.A.F. (2003) Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114, 351–355.
- Silver, S.C., Ostro, L.E.T., Marsh, L.K., Maffei, L., Noss, A.J., Kelly, M.J., Wallace, R.B., Gomez, H. & Ayala, G. (2004) The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38, 148–154.
- Stanley, T.R. & Burnham, K.P. (1999) A closure test for time-specific capture-recapture data. *Environmental and Ecological Statistics*, 6, 197-209.
- White, G.C. & Burnham, K.P. (1999) Program MARK survival estimation from populations of marked animals. *BirdStudy*, 46, 120-138.

-
- Zimmermann, F. (2004) Conservation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in a fragmented landscape - habitat models, dispersal, and potential distribution. PhD Thesis, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland.
- Zimmermann, F., Molinari-Jobin, A., Capt, S., Ryser, A., Angst, Ch., von Wattenwyl, K., Burri, A., Breitenmoser-Würsten, Ch. & Breitenmoser, U. (2004) Monitoring Luchs Schweiz 2003. KORA Bericht, 26d, 1-40.
- Zimmermann F., Fattebert J., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2007) Abondance et densité du lynx: estimation par capture-recapture photographique dans le Nord du Jura suisse. KORA Bericht Nr. 37 f, 24 pp.
- Zimmermann F., Dirac C. & Breitenmoser U. (2010) Fotofallen-Einsatz im Aufsichtsgebiet von Erich Peissard im Kanton Freiburg im Winter 2009/10. KORA Bericht 52a, 6 pp.
- Zimmermann F., Pesenti E. & Breitenmoser U. (2012) Fotofallen-Einsatz im Aufsichtsgebiet von Erich Peissard im Kanton Freiburg im Winter 2011/12. KORA Bericht zuhanden des Kantons Freiburg, 9 pp.
- Zimmermann F., Pesenti E., Lanz T., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2012) Abondance et densité du lynx dans le Sud du Jura suisse: estimation par capture-recapture photographique dans le compartiment I, durant l'hiver 2011/12. KORA Bericht Nr. 58, 14 pp.
- Zimmermann F., Foresti D. & Breitenmoser U. (2014) Fotofallen-Einsatz im Aufsichtsgebiet von Erich Peissard im Kanton Freiburg im Winter 2013/14. KORA Bericht zuhanden des Kantons Freiburg, 10 pp.
- Zimmermann F., Foresti D., Bach J., Dulex N., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2014) Abundanz und Dichte des Luchses in den Nordwestalpen: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im K-VI im Winter 2013/14. KORA Bericht Nr. 64, 16 pp.
- Zimmermann F., Kunz F., Rhein K., Shepherd M., Tschanz P., Breitenmoser-Würsten C. & Breitenmoser U. (2016) Abundanz und Dichte des Luchses in den Nordwestalpen: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im K-VI im Winter 2015/16. KORA Bericht 74, 15 pp.
- Zimmermann F., & Foresti, D. (2016) Capture-recapture methods for density estimation. Camera Trapping for Wildlife Research (eds F. Rovero & F. Zimmermann), pp. 95-133. Pelagic Publishing, UK.

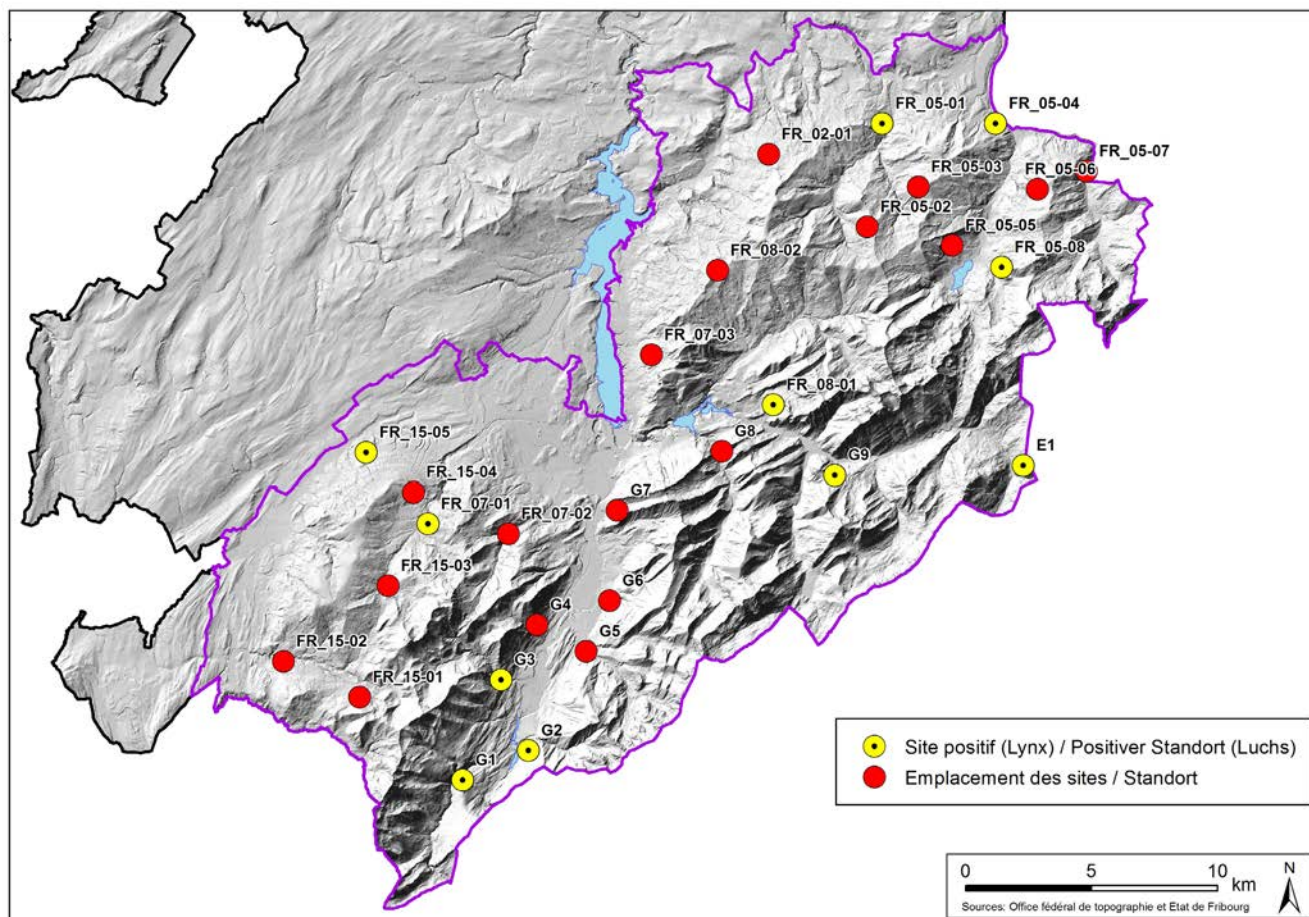
Annexe 1. Détection d'autres mammifères

Le piégeage photographique pour le suivi du lynx permet non seulement d'estimer l'abondance et la densité de l'espèce cible au moyen de modèles (spatiaux et non spatiaux) mais permet aussi de collectionner des informations sur la répartition spatiale d'autres espèces en particulier les mammifères. Ces informations sont importantes pour une bonne conservation et gestion des espèces. Toutefois, il faut garder à l'esprit que la méthode d'échantillonnage a été ajustée à l'espèce cible, en l'occurrence le lynx, et par conséquent, les résultats pour les autres espèces peuvent être biaisés.

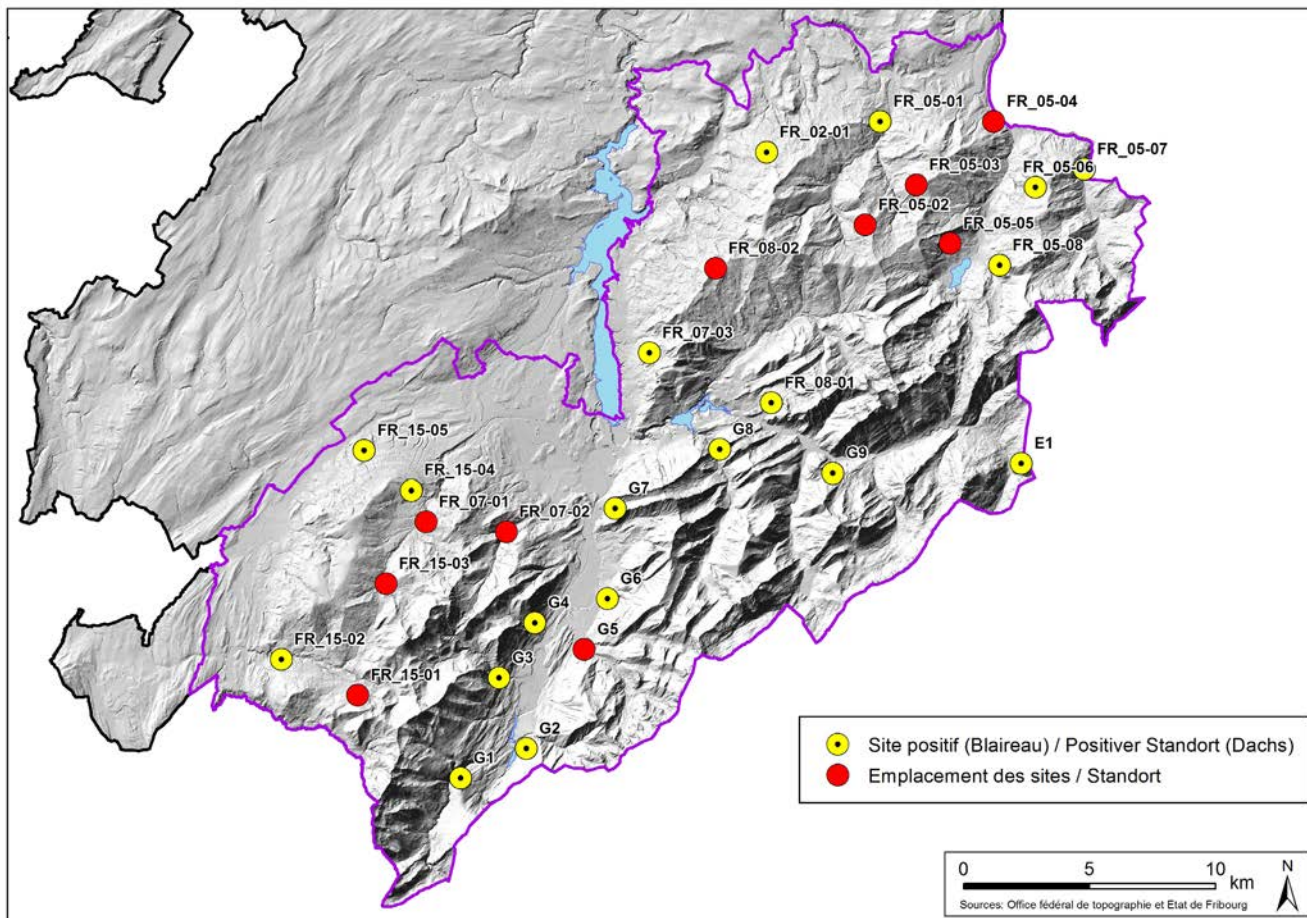
Les cartes concernant la répartition spatiale ont été créées pour les 13 espèces de mammifères ci-dessous:

- Lynx (*Lynx lynx*)
- Chat domestique (*Felis sylvestris catus*)
- Martre (*Martes martes*)
- Blaireau (*Meles meles*)
- Chevreuil (*Capreolus capreolus*)
- Renard (*Vulpes vulpes*)
- Bouquetin (*Capra ibex*)
- Fouine (*Martes foina*)
- Sanglier (*Sus scrofa*)
- Cerf (*Cervus elaphus*)
- Lièvre brun (*Lepus europaeus*)
- Chamois (*Rupicapra rupicapra*)
- Lièvre variable (*Lepus timidus*)

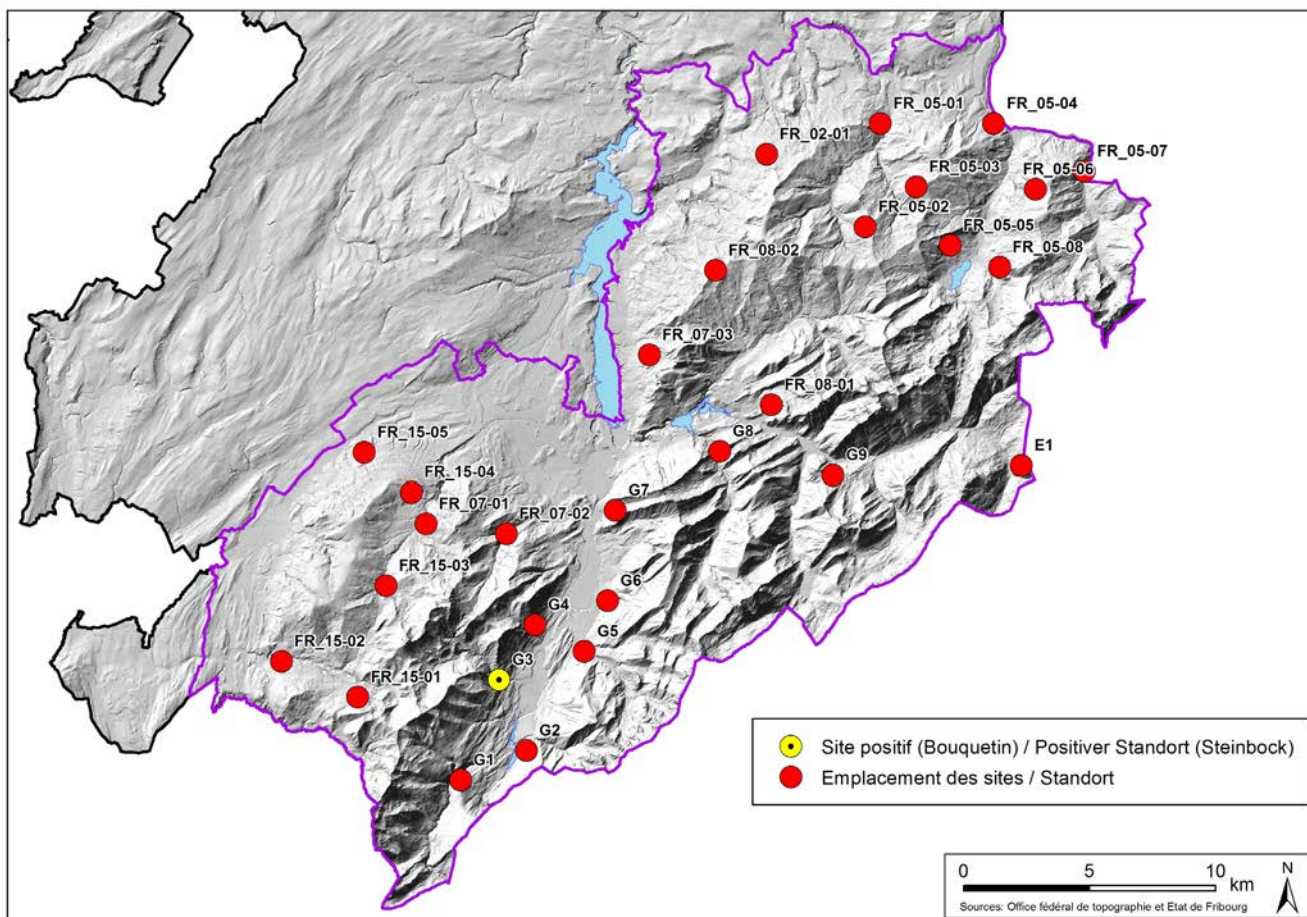
Répartition spatiale des captures du lynx durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



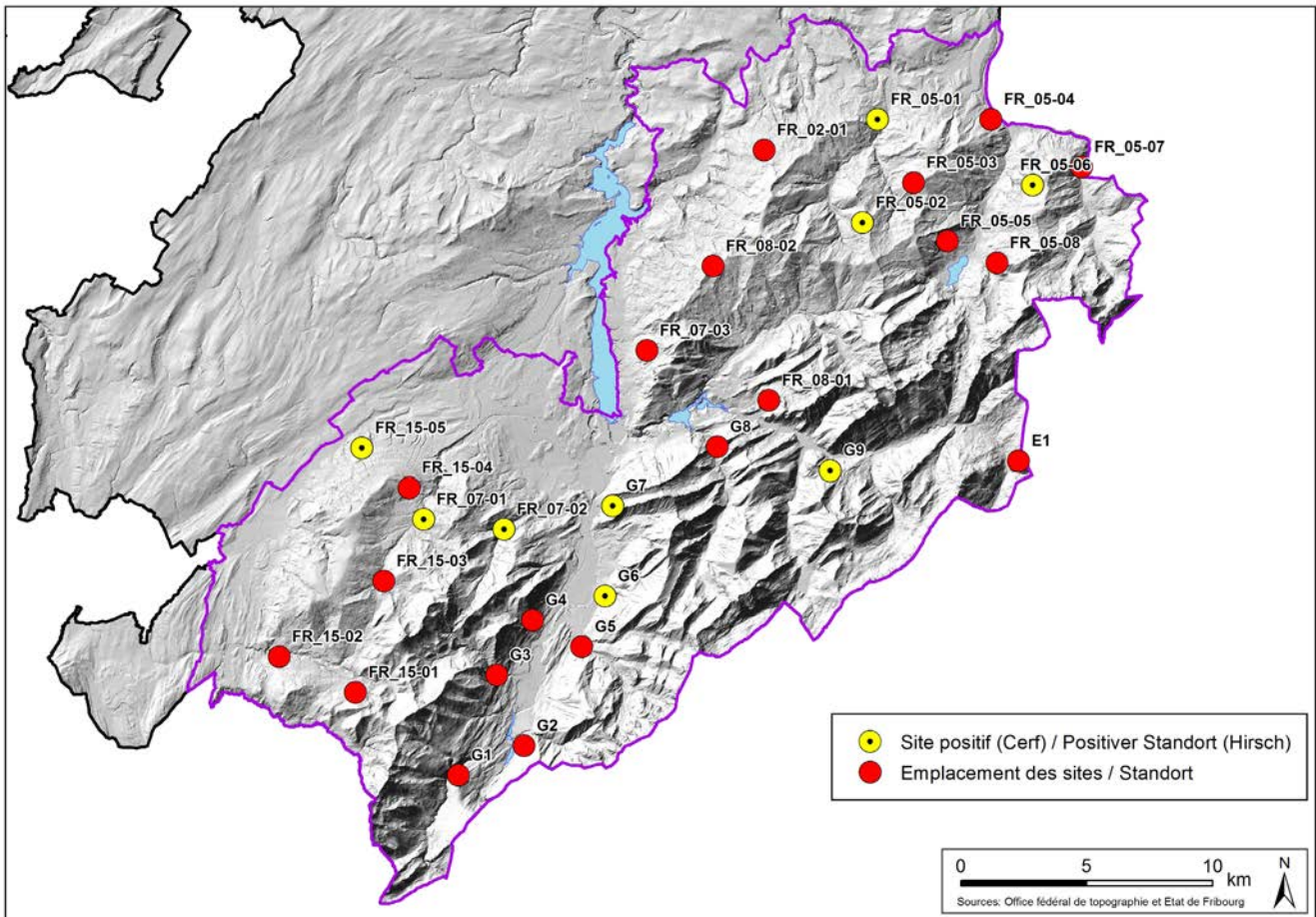
Répartition spatiale des captures du blaireau durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



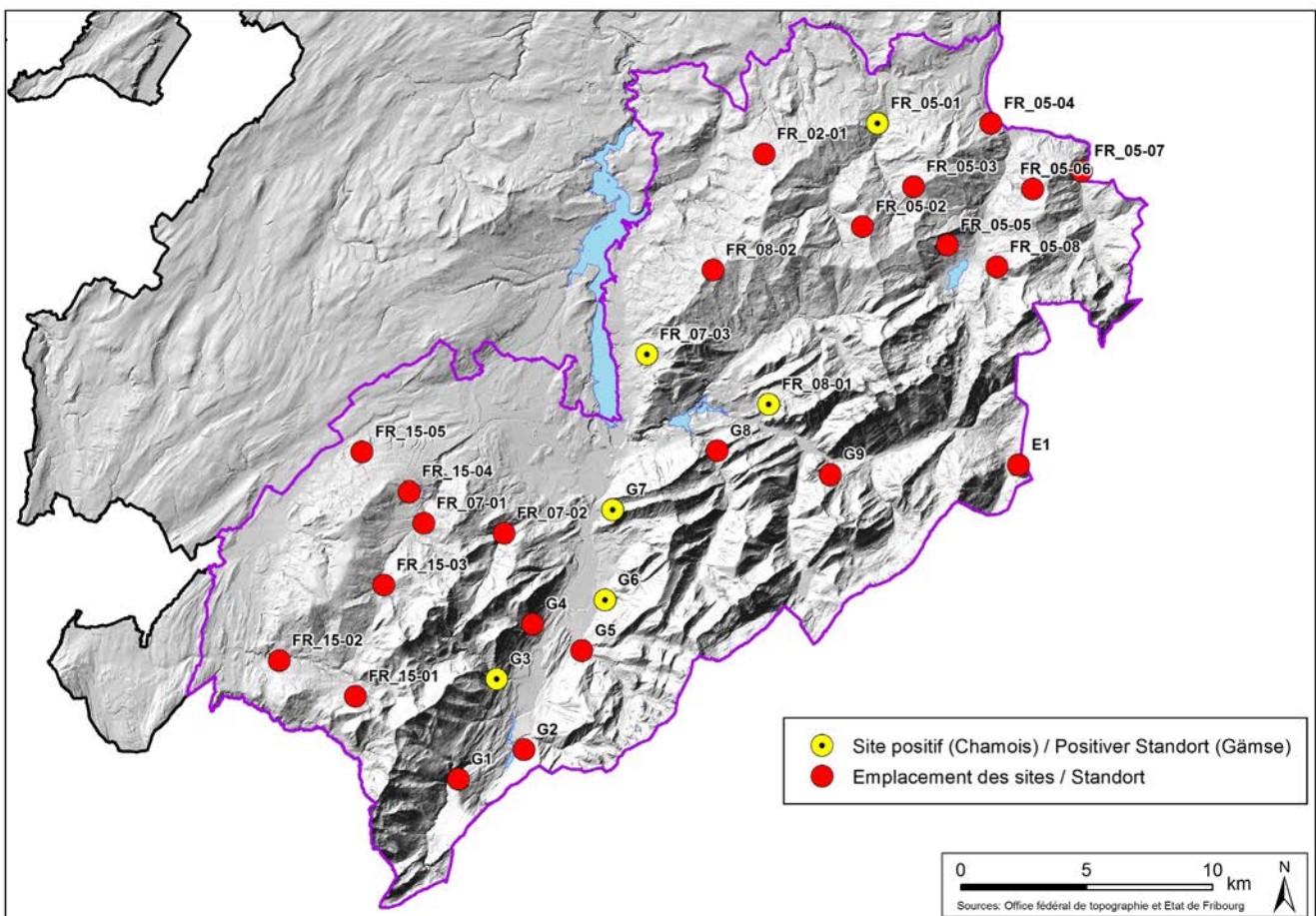
Répartition spatiale des captures du bouquetin durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



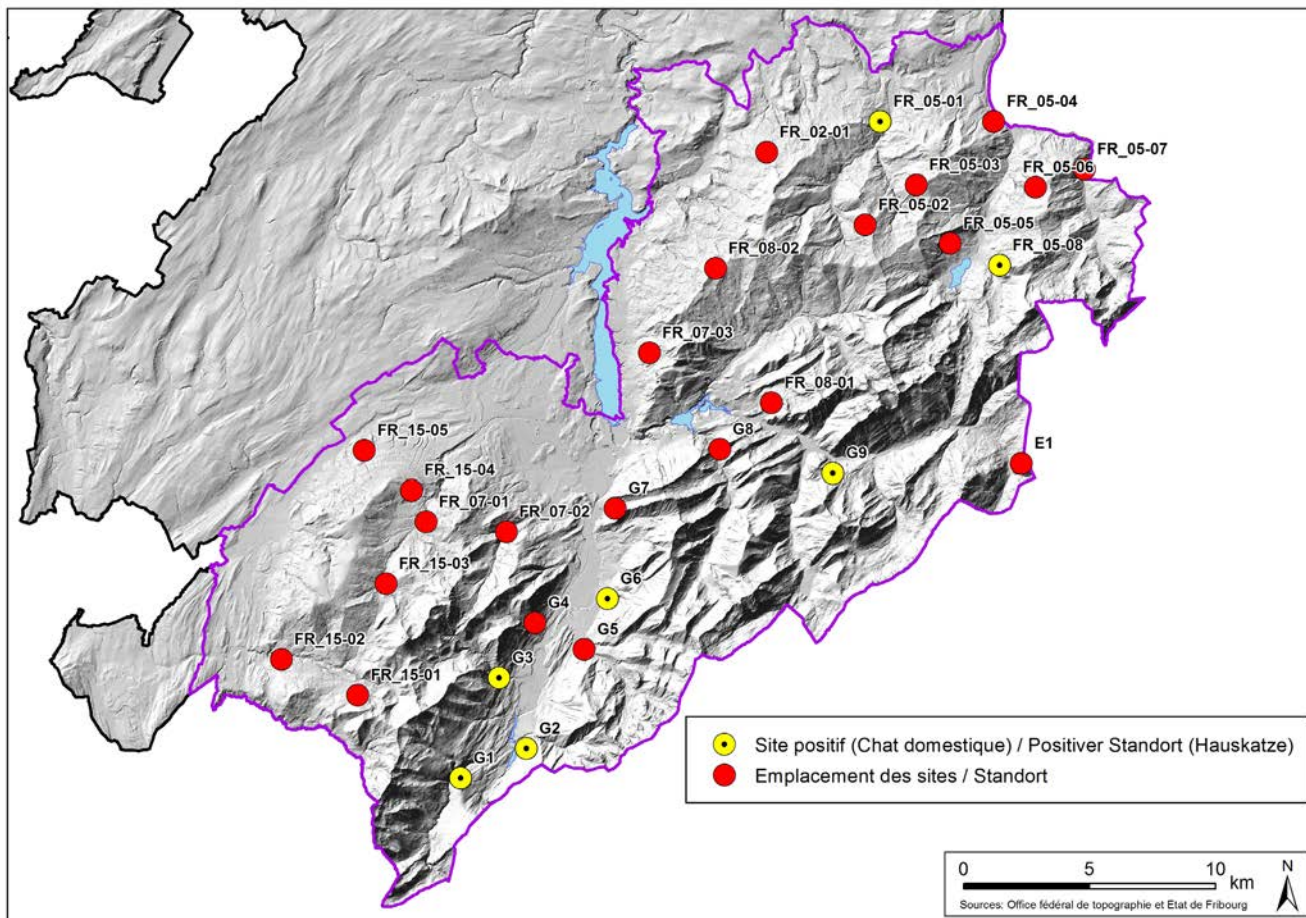
Répartition spatiale des captures du cerf durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



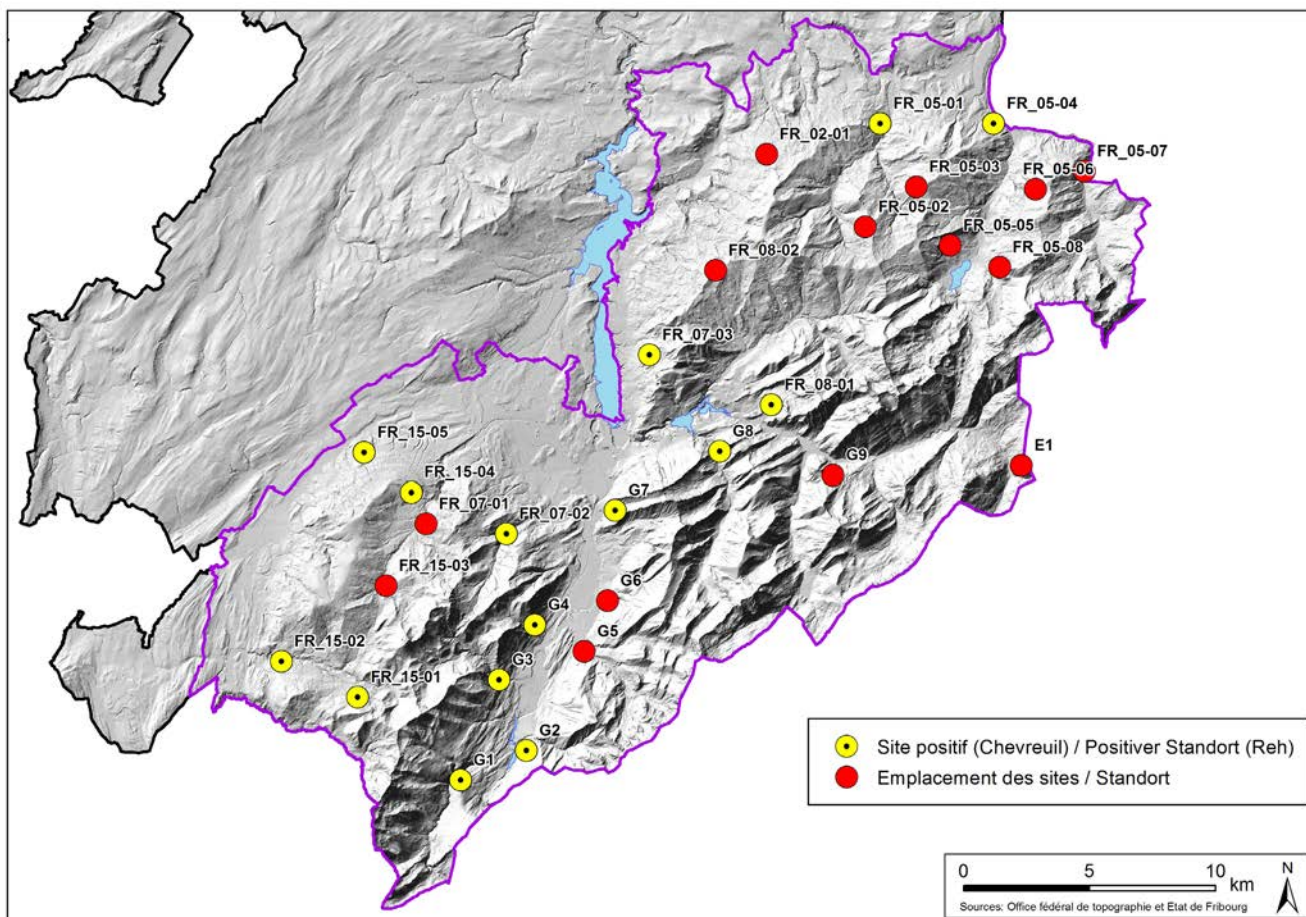
Répartition spatiale des captures du chamois durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



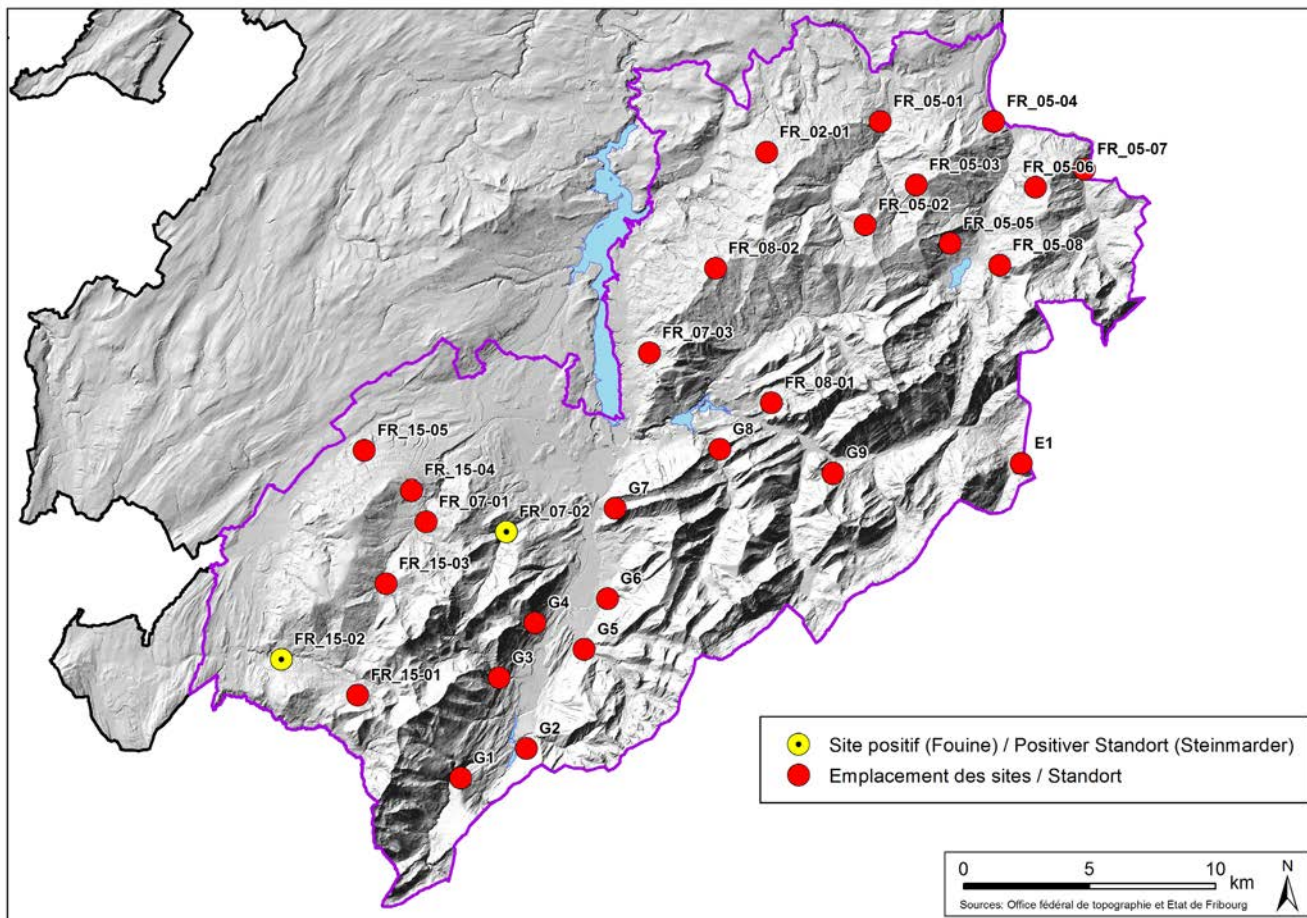
Répartition spatiale des captures du chat domestique durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



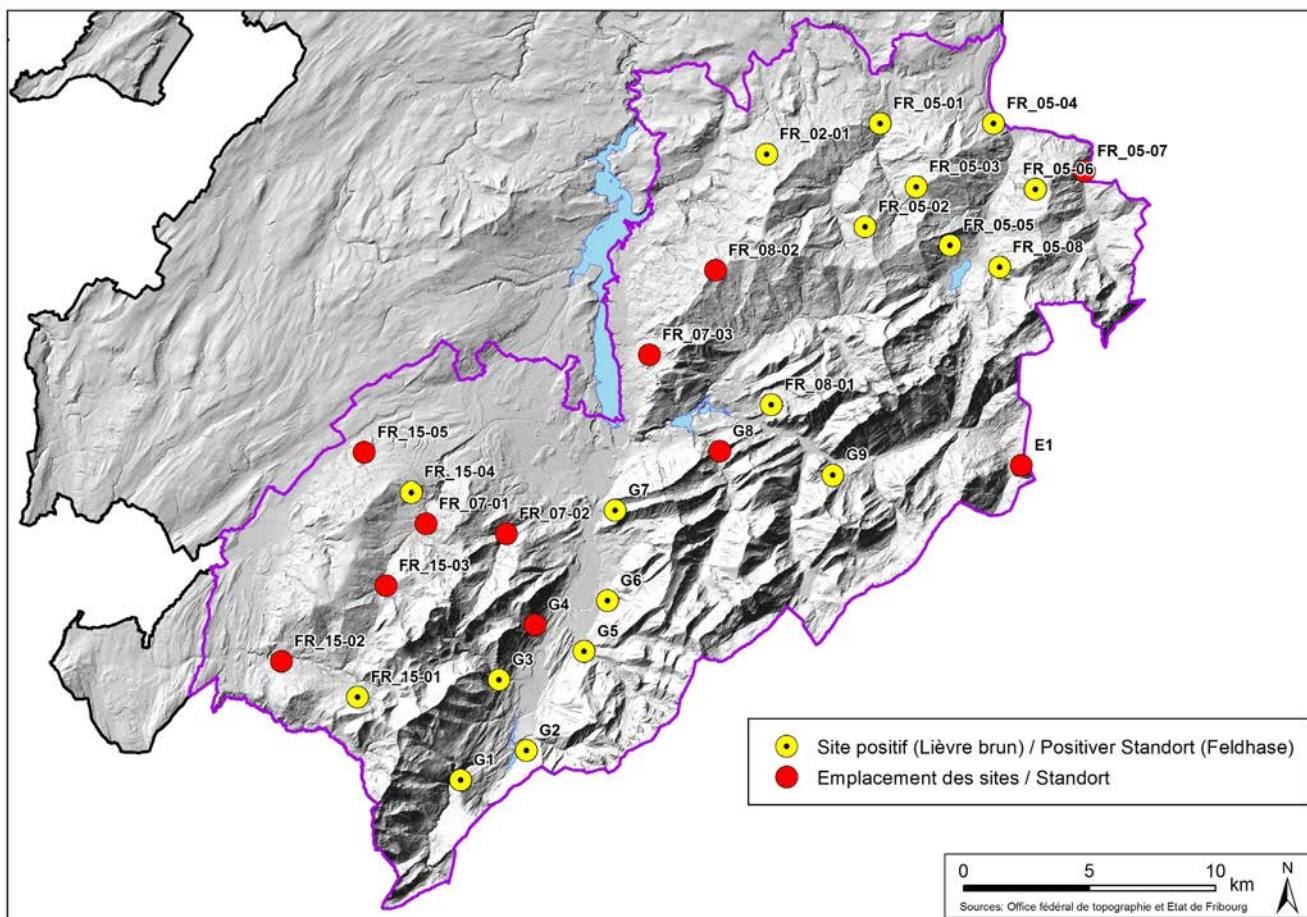
Répartition spatiale des captures du chevreuil durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



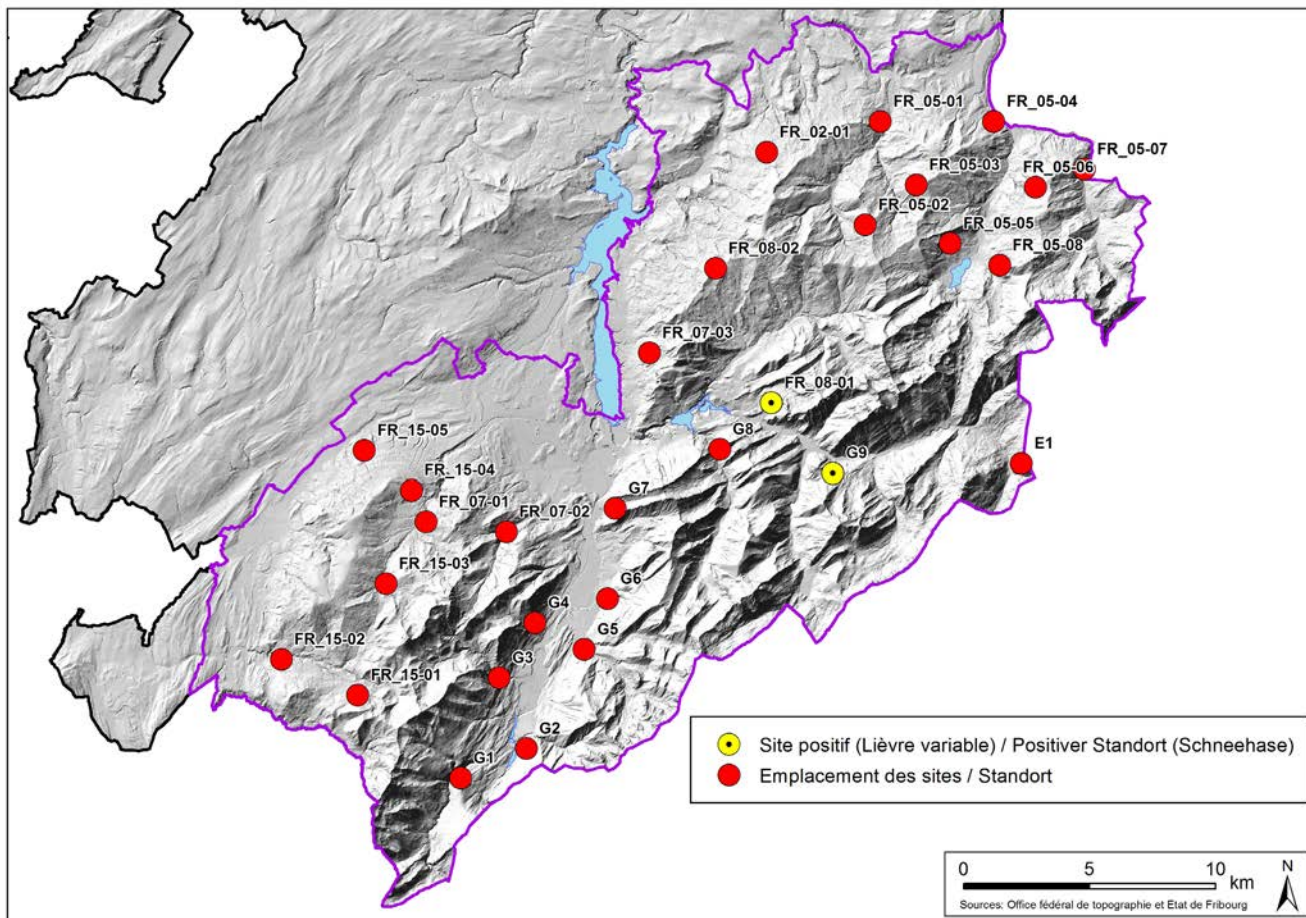
Répartition spatiale des captures de la fouine durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



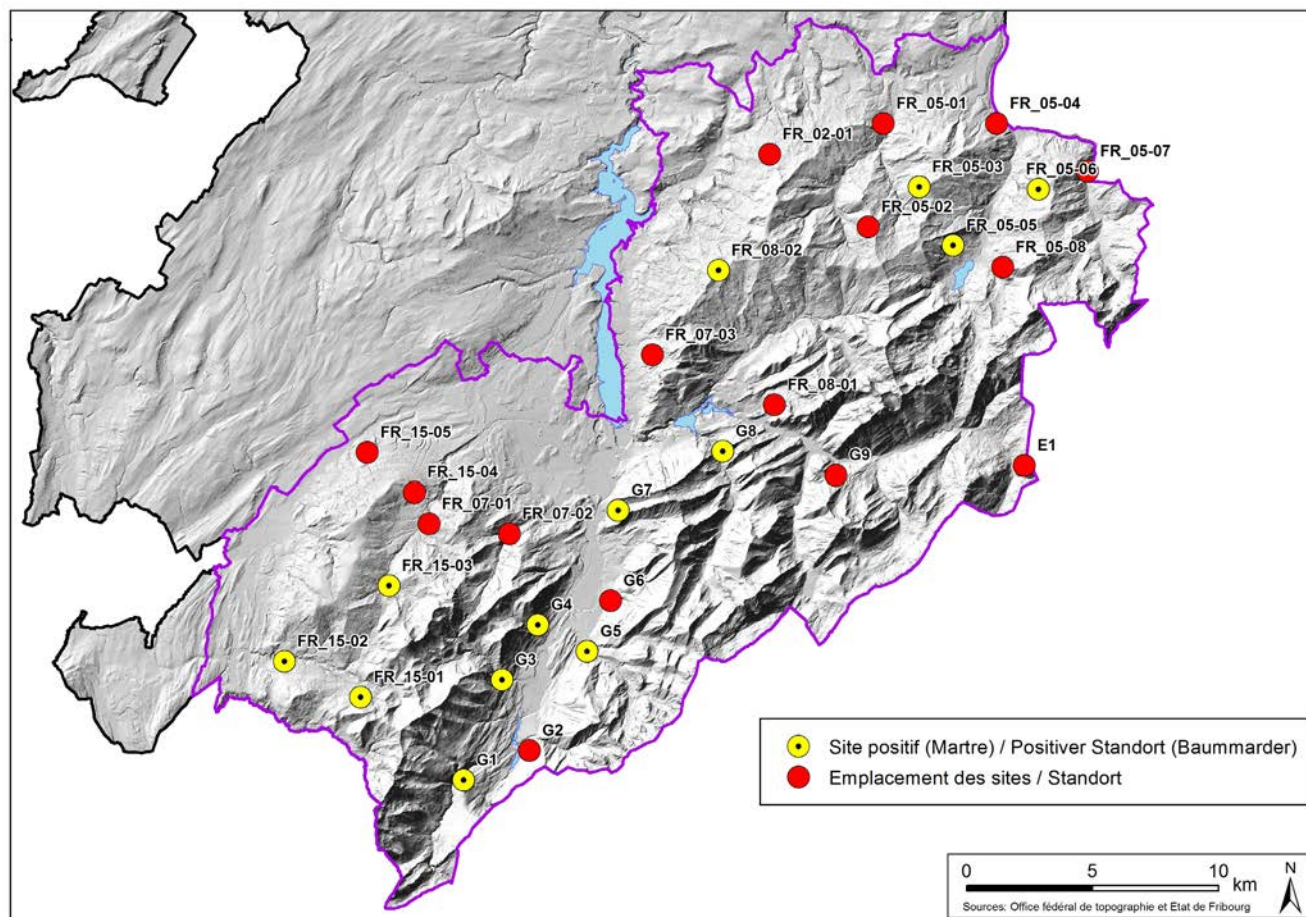
Répartition spatiale des captures du lièvre brun durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



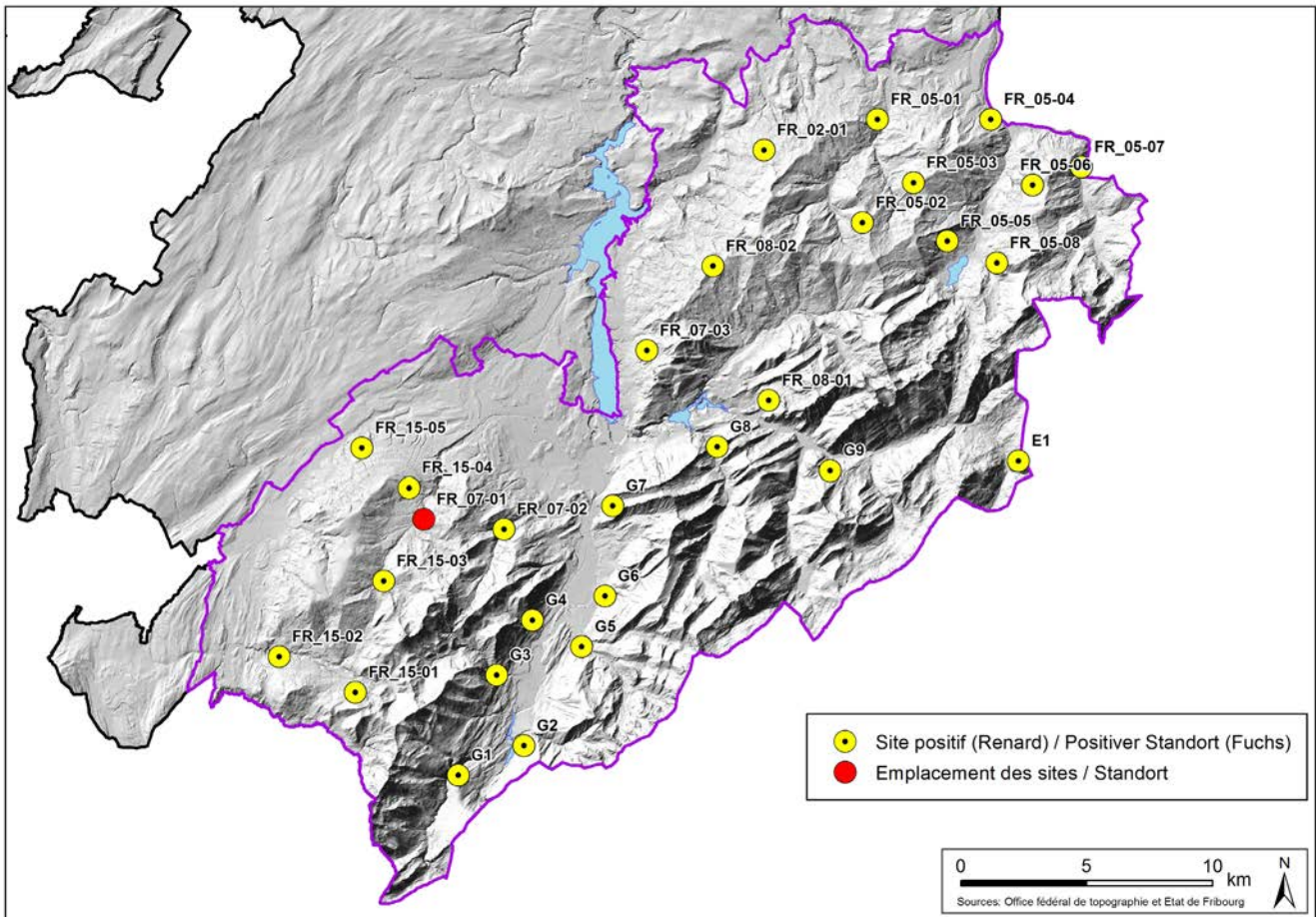
Répartition spatiale des captures du lièvre variable durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



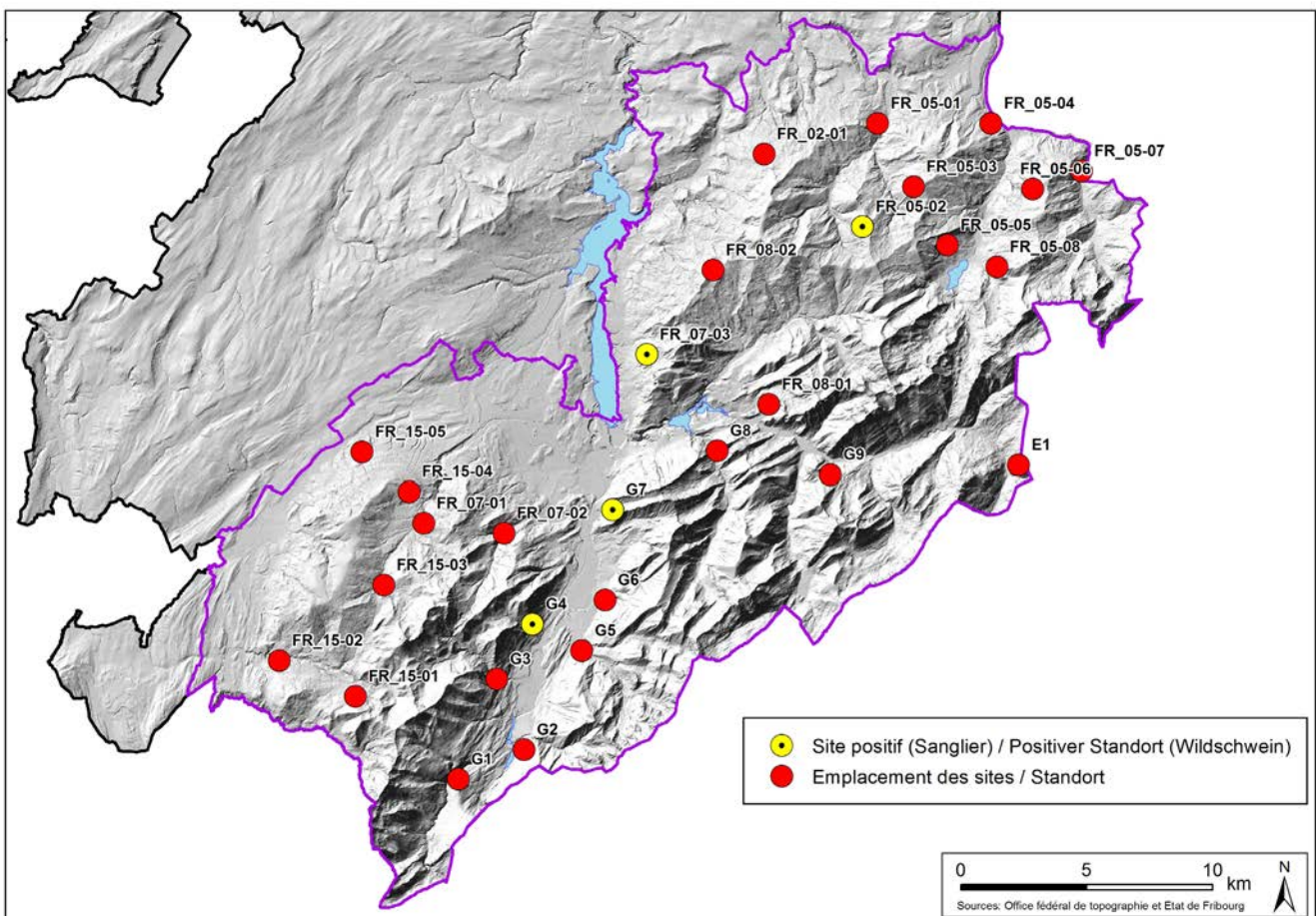
Répartition spatiale des captures de la martre durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



Répartition spatiale des captures du renard durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



Répartition spatiale des captures du sanglier durant la période du monitoring (28.11.2015 - 26.01.2016).



Service des forêts et de la faune SFF

Route du Mont Carmel 1, Case postale 155, 1762 Givisiez

www.fr.ch/sff

Janvier 2017

