



HAL
open science

Identification des points de conflits entre la faune et les routes. Méthode d'observation des collisions par les agents des routes. Retour d'expérience sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté

Géraldine Conruyt-Rogeon, Xavier Girardet

► To cite this version:

Géraldine Conruyt-Rogeon, Xavier Girardet. Identification des points de conflits entre la faune et les routes. Méthode d'observation des collisions par les agents des routes. Retour d'expérience sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté. 2012. hal-00814507

HAL Id: hal-00814507

<https://hal.science/hal-00814507>

Submitted on 18 Apr 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Muséum
national
d'Histoire
naturelle

UFC

UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ

Direction de la Recherche, de l'Expertise et de la Valorisation

Direction Déléguée au Développement Durable, à la Conservation de la Nature et à l'Expertise

Service du Patrimoine Naturel

CONRUYT-ROGEON Géraldine, GIRARDET Xavier



Identification des points de conflits entre la faune et les routes.

Méthode d'observation des collisions par les agents des routes. Retour d'expérience sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté.



Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire national du Patrimoine naturel (code de l'environnement : L411-5).

Un objectif : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.mnhn.fr/spn/>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

Xavier Girardet, doctorant, laboratoire Théma UMR 6049, CNRS / Université de Franche-Comté

Relecture : Audrey Savouré-Soubelet, Julien Touroult

Ce travail a été financé par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) dans le cadre d'une subvention pour charge de service publique entre le MEDDE et le MNHN, sur le volet concernant l'appui méthodologique pour la mise en place de la trame verte et bleue.

Les auteurs remercient la DIR Est, et particulièrement la Division d'Exploitation (DE) de Besançon, sans qui un tel travail n'aurait pas été possible.

Référence du rapport conseillée : CONRUYT-ROGEON G. & GIRARDET X. (2012). *Identification des points de conflits entre la faune et les routes. Méthode d'observation des collisions par les agents des routes. Retour d'expérience sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté*. Muséum national d'Histoire naturelle – Service du patrimoine naturel. 74 pages.

1^{ère} de couverture : Hermine (*Mustela erminea*), PETITJEAN Guillaume
4^{ème} de couverture : Renard (*Vulpes vulpes*), PETITJEAN Guillaume

Sommaire

| | |
|---|----|
| 1/ Cadre général..... | 5 |
| 2/ Matériel et méthode | 6 |
| 2.1 La DIR Est, son réseau, ses agents | 6 |
| 2.2 Protocole d'acquisition des données | 7 |
| 2.3 Les espèces étudiées..... | 8 |
| 2.4 Pression d'observation..... | 8 |
| 2.5 Coût de la méthode | 9 |
| 2.6 Traitement statistique de l'information..... | 9 |
| 2.6.1 Description des données..... | 9 |
| 2.6.2 Organisation spatiale des points de conflit par espèce ou groupe d'espèces..... | 10 |
| 2.6.3 Etude de l'occupation du sol à proximité des collisions par analyse spatiale..... | 11 |
| 3/ Résultats..... | 13 |
| 3.1 Description des données | 13 |
| 3.1.1 Toutes espèces confondues | 13 |
| 3.1.2 Le Renard (<i>Vulpes vulpes</i>) | 17 |
| 3.1.3 Le Blaireau (<i>Meles meles</i>)..... | 21 |
| 3.1.4 Le Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)..... | 25 |
| 3.1.5 Les petits Mustélidés..... | 28 |
| 3.2 Organisation spatiale des points de conflit | 32 |
| 3.2.1 Toutes espèces confondues | 32 |
| 3.2.2 Le Renard (<i>Vulpes vulpes</i>) | 34 |
| 3.2.3 Le Blaireau (<i>Meles meles</i>)..... | 36 |
| 3.2.4 Le Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)..... | 38 |
| 3.2.5 Les petits Mustélidés..... | 40 |
| 3.3 Etude de l'occupation du sol à proximité des collisions par analyse spatiale..... | 42 |
| 3.3.1 Toutes espèces confondues | 42 |
| 3.3.2 Le Renard (<i>Vulpes vulpes</i>) | 44 |
| 3.3.2 Le Blaireau (<i>Meles meles</i>)..... | 46 |
| 3.3.2 Le Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)..... | 48 |
| 3.3.2 Les petits Mustélidés..... | 50 |
| 4/ Discussion | 53 |
| 4.1/ Pression d'échantillonnage et mise en oeuvre du protocole | 53 |
| 4.2 Description des données | 53 |
| 4.2.1 Toutes espèces confondues | 53 |
| 4.2.2 Le Renard (<i>Vulpes vulpes</i>) | 56 |
| 4.2.3 Le Blaireau (<i>Meles meles</i>)..... | 58 |
| 4.2.4 Le Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)..... | 60 |
| 4.2.5 Les petits Mustélidés..... | 62 |
| 4.3 Limites, propositions et perspectives | 63 |

1/ Cadre général

Ce rapport est une synthèse des résultats du protocole de science participative permettant le suivi de la mortalité routière de la grande et moyenne faune sauvage sur le réseau des routes nationales de Franche-Comté et impliquant les agents d'entretien de la Direction des Routes de l'Est (DIR Est).

Contexte et enjeux

Les infrastructures linéaires affectent les écosystèmes et constituent un facteur important de destruction et de fragmentation des habitats (Forman & Alexander, 1998 ; Coffin, 2007). Les effets des infrastructures linéaires sur les écosystèmes peuvent être directs, indirects ou induits (Vanpeene Brunier & Dalban Canassy, 2006). Par la combinaison de ces effets, les infrastructures ont un impact sur les habitats et la faune sauvage disproportionné par rapport à l'emprise occupée par la voirie (Jackson, 2000). La perte d'habitat et l'effet barrière représentent les impacts les plus importants des infrastructures sur la biodiversité. L'effet barrière bloque les processus de recolonisation et de dispersion, avec de graves conséquences sur la génétique des populations, surtout si la population est petite (Forman & Alexander, 1998).

La mortalité directe est l'effet le plus visible de la circulation sur la faune (Clevenger *et al.*, 2001). Les études de la mortalité des grands mammifères par collisions routières ont montré que ces accidents ne se produisent pas au hasard mais qu'ils sont regroupés géographiquement (Hubbard *et al.*, 2000 ; Clevenger *et al.*, 2001 ; Joyce & Mahoney, 2001). Il est raisonnable de considérer que s'il y a collision avec une espèce à un endroit donné de manière répétée, c'est qu'il doit exister à cet endroit une connexion biologique en conflit avec l'effet barrière de la route.

La trame verte et bleue (TVB) est un outil d'aménagement du territoire (loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en oeuvre du Grenelle de l'environnement) qui a pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles en milieu rural (loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite « Grenelle 2 »). Elle est pilotée localement en association avec les collectivités locales et en concertation avec les acteurs de terrain, sur une base contractuelle, dans un cadre cohérent garanti par l'État (engagement 73 du grenelle de l'environnement). Ces caractéristiques en font une politique novatrice dont la mise en oeuvre, le suivi et l'évaluation, nécessitent le développement d'outils adaptés, notamment dans le cas des infrastructures de transport (Allag-Dhuisme *et al.*, 2010a). Dans le cadre des comités TVB (Décret n° 2011-738 du 28 juin 2011), les gestionnaires d'infrastructures sont reconnus comme parties prenantes de la réflexion « trame verte et bleue ». Ils doivent être intégrés en amont des réflexions comme un acteur actif sur le milieu. Par ailleurs, la loi dite « grenelle 2 » prévoit que les projets relevant du niveau national et notamment les grandes infrastructures linéaires de l'Etat et de ses établissements publics, soient compatibles avec les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. Ces projets doivent préciser les mesures pour éviter, réduire, et le cas échéant, compenser les atteintes aux continuités écologiques qu'ils sont susceptibles d'entraîner. Les projets d'infrastructures linéaires de transport de l'Etat doivent également prendre en compte les schémas régionaux de cohérence écologique (loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement).

Pour ce faire, une évaluation devrait être envisagée sur la perméabilité du réseau linéaire de transport à la faune sauvage (Allag-Dhuisme *et al.*, 2010a), ainsi que des mesures de suivi et d'évaluation des politiques mises en oeuvre dans le cadre de la trame verte et bleue. Or, si les guides

méthodologiques (Allag-Dhuisme *et al.*, 2010a ; 2010b) encouragent la mise en oeuvre de protocoles de recensement réguliers de cadavres, afin de localiser des secteurs à enjeux où les animaux traversent préférentiellement, peu de protocoles scientifiques ont pu être recensés sur cette problématique. Ainsi, ce protocole a pour objectif de poser un cadre rigoureux aux initiatives de recensement des collisions entre la faune sauvage et les véhicules, permettant ainsi d'identifier de façon fiable et de suivre dans le temps des points de conflits sur les réseaux routiers non grillagés.

De nombreuses opérations dites de sciences participatives, à l'instar du projet « Vigie Nature » géré par le MNHN ont montré l'intérêt de la méthode en ce qui concerne la sensibilisation du public mais aussi l'acquisition d'informations dans le cadre de l'évaluation de processus à grande échelle (STOC, OPJ...). La localisation des collisions implique une présence importante d'observateurs pour recenser les cadavres sur le réseau. Le recrutement d'un personnel dédié au recensement des cadavres serait très coûteux en temps et en argent. Ainsi, l'intégration du recensement des cadavres aux activités d'entretien du réseau, qui nécessitent déjà un déplacement régulier sur le réseau routier paraît être une opportunité intéressante. Par ailleurs, la trame verte et bleue est une politique transversale et intégrative des acteurs du territoire. Toutes ces raisons ont imposé le choix d'une méthode basée sur la science participative.

Objectif du projet

L'objectif général de la méthode développée par la DIR Est et le MNHN, en collaboration avec l'Université de Franche-Comté est d'identifier de façon fiable et de suivre dans le temps les points de conflits entre la (grande) faune et un réseau routier.

L'objectif est de développer un outil permettant d'obtenir une quantité importante d'informations sur la localisation des conflits observables entre la faune sauvage et les infrastructures sur les réseaux des gestionnaires participants mais aussi d'intégrer et de sensibiliser les agents d'entretien des routes à la protection de l'environnement.

Le protocole de localisation des collisions a également pour objet de servir des approches plus orientées vers la recherche. Si les informations sont précises, il pourrait permettre d'évaluer une potentielle corrélation entre structure paysagère et caractère accidentogène d'un secteur donné pour une espèce ou un groupe d'espèces donné afin de mieux comprendre le caractère accidentogène des zones en faisant un lien direct avec la biologie de l'espèce.

2/ Matériel et méthode

Le protocole s'appuie sur le repérage à bord d'un véhicule des cadavres d'animaux le long des routes (Rogéon & Laurent, 2010 ; Rogéon & Girardet, 2011). C'est un dispositif coordonné de suivi des collisions de la faune sauvage via des groupes facilement identifiables (oiseaux, amphibiens, mammifères). Il s'agit d'obtenir des indications nous permettant de déterminer les points de conflits résultant de l'interaction entre une partie de la faune sauvage et l'infrastructure de transport. Il a été strictement appliqué par les agents de la DIR Est de janvier 2010 à décembre 2011 sur le réseau de la Division d'Exploitation de Besançon en Franche-Comté (FC). Les données ont ensuite été traitées statistiquement par Géraldine Rogéon du MNHN et Xavier Girardet doctorant en géographie au laboratoire THÉMA de l'Université de Franche-Comté.

2.1 La DIR Est, son réseau, ses agents

Depuis 2007 les **DIR** (directions interdépartementales des routes) sont chargées de la gestion, de la maintenance, de l'entretien et de l'exploitation de routes nationales. Elles réalisent également les études et dirigent les travaux pour les opérations de modernisation des routes nationales. La DIR Est est donc l'agence en charge des routes nationales, elle comprend des **routes nationales et autoroutes**

non concédées du Nord-Est de la France (Alsace, Champagne-Ardenne (en partie), Franche-Comté et Lorraine) au total, cela représente **1650 km de réseau**. En Franche-Comté la DIR Est représente 198 agents et 490 **km de route**. (figure 1)

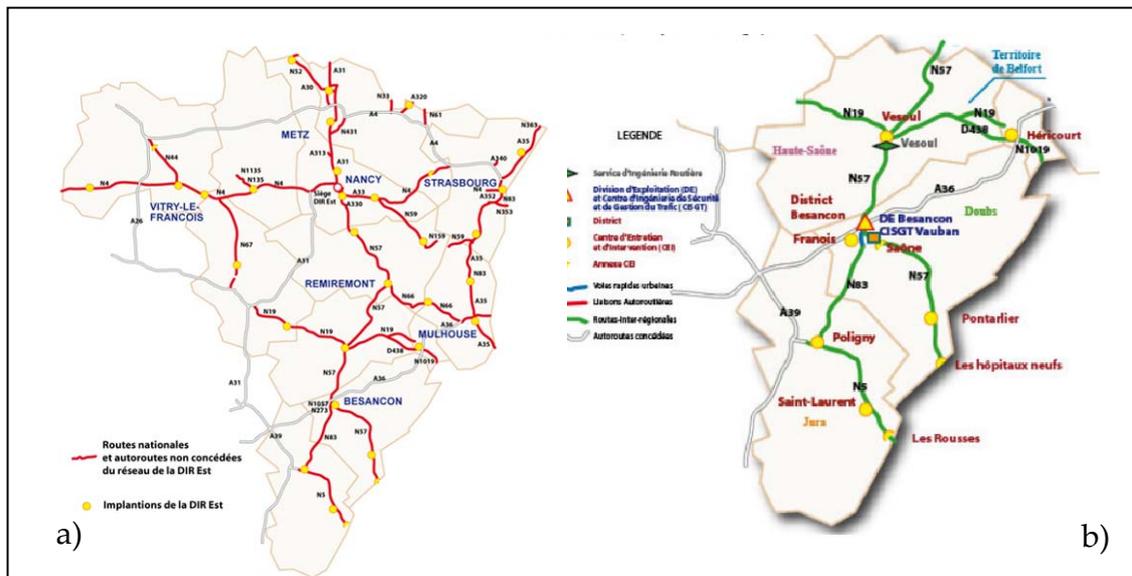


Figure 1 : Localisation du réseau routier de la DIR Est (a) et détail du réseau de la DIR Est en Franche-Comté (b). Source (site internet de la DIR Est)

En 2009, la DIR Est s'est dotée d'un **Plan de Développement du Développement Durable (P3D)**. Le P3D compte une trentaine d'actions, dont l'action 4.2 intitulée « recensement des collisions véhicules/faune ». Après une phase test concluante réalisée par la Division d'Exploitation (DE) de Besançon de 2010 à 2011 le protocole de localisation des collisions est appliqué par tous les agents du réseau de la DIR Est depuis 2011.

Les observateurs du protocole décrit ici, sont les agents d'entretien des routes de la DIR Est de la DE de Besançon.

2.2 Protocole d'acquisition des données

Lors du trajet préalablement identifié, l'observateur repère les animaux percutés gisant sur le bas côté de la route (Rogeon & Girardet, 2011). Lorsqu'un cadavre est identifié l'observateur renseigne une fiche « collision » unique à chaque découverte de cadavre en bordure de route (annexe 2). La fiche de renseignement des collisions vise à recueillir les éléments nécessaires et suffisants à la localisation d'une espèce ou d'un groupe d'espèces, à éviter au possible les doublons de recensement de cadavre, et permet également de remplir de façon fluide une base de données géographique.

Les fiches de renseignement des collisions sont transmises par chaque agent au centre d'exploitation puis, un agent identifié se charge de remplir un questionnaire Google Docs™ strictement semblable à la fiche de localisation des collisions et conçu de manière à exploiter les données directement dans un SIG. La structure de la table permet d'intégrer, avec un minimum de manipulations, les données du questionnaire à un SIG mais aussi d'extraire les données sous une forme permettant le traitement statistique de l'information.

Le géomaticien gestionnaire de l'infrastructure extrait la base de données issue de Google Docs™ en format tableau Comma-separated values (CSV) avec séparateur « ; » puis la géocode à l'aide des

informations contenues dans le fichier (PR¹ + nombre de mètres). La DIR Est géocode les données de localisation des collisions grâce au logiciel MapInfo 9.0 via l'application VS MAP. Cette application permet la gestion d'abscisses curvilignes et un géocodage au PR. L'outil VS MAP, développé par le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) et associé au Référentiel Inter Urbain (RIU) (édité et tenu à jour par les Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE)) est disponible au moins sur le réseau routier national, parfois sur le réseau départemental. De cette manière l'intégration est rapide mais une vérification du bon renseignement de la localisation du point de collision est nécessaire en croisant les informations sur la localisation contenues dans la fiche de localisation de la collision. Les données issues des fiches collisions sont retranscrites dans un questionnaire « google doc ». Les fichiers sont ensuite vérifiés puis intégrés trimestriellement dans le Système d'Information Géographique de la DIR Est. Conformément à la directive INSPIRE² les données sont ensuite accessibles via ADÉLie³.

2.3 Les espèces étudiées

Pour des raisons de fiabilité, la liste des espèces a été adaptée aux réseaux d'observateurs, constitués d'un public non averti. Les animaux d'assez grande taille (à partir du hérisson) ont donc été privilégiés dans le protocole car ceux-ci sont plus facilement identifiables et leurs cadavres se dégradent moins vite que les plus petits. Les observateurs étant néophytes, il est judicieux de raisonner lorsque cela est nécessaire par groupes d'espèces morphologiquement proches. De fait, ces observations ne couvrent qu'une faible partie de la faune et ne se focalisent pas sur les espèces patrimoniales. Au total, 54 espèces ont été ciblées directement ou indirectement par le protocole (annexe 1). Afin d'éviter les erreurs d'identification des espèces, deux niveaux de détermination sont proposés à l'observateur (espèce ou groupe d'espèces) (annexe 1). En cas d'incertitude, l'observateur est invité à renseigner le niveau de détermination le moins précis qui lui est proposé. Par exemple, le renseignement des collisions entre amphibiens et véhicules est proposé dans le cas d'agrégation importante d'amphibiens morts (tapis important sur la route).

2.4 Pression d'observation

Dans le cadre de leur travail les agents de la DIR Est effectuent une patrouille quasi quotidienne sur un transect qui leur est affecté. Le circuit choisi est celui emprunté par l'observateur lors de ses déplacements sur la partie du réseau qui lui est affectée dans le cadre de son travail. Le protocole a été effectué tous les jours de l'année par les agents de la DIR Est de janvier 2010 à décembre 2011. Le niveau de participation d'un agent à l'autre est variable et influe certainement sur les résultats mais de manière égale sur l'ensemble du réseau. Par ailleurs pour évaluer cette action et vérifier la fiabilité du dispositif, la DIR Est a mis en place des indicateurs permettant de mesurer le retour d'information des agents (Rogeon & Laurent, 2010).

¹ PR : Le Point Repère, permet de repérer un point sur le linéaire d'une route. Entre 2 PR il peut y avoir plus ou moins d'un kilomètre.

² La directive INSPIRE est la directive 2007/2/CE. Elle a pour objectif de fixer des règles pour « établir l'infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne, aux fins des politiques environnementales communautaires et des politiques ou activités de la Communauté susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement. »...

³ ADÉLie est un système de stockage, de catalogage et de mise à disposition du patrimoine géographique appartenant au Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

2.5 Coût de la méthode

La méthode est relativement peu onéreuse dans le fonctionnement mais nécessite un important investissement du personnel au départ. L'acquisition des données prend en moyenne 5 à 10 min par agent et par fiche de localisation des collisions et l'intégration des données au Système d'Information Géographique (SIG) prend environ une journée par trimestre au technicien SIG.

Concernant le coût matériel du suivi, le protocole prévoit si la structure n'est pas encore équipée : l'utilisation d'un SIG pour le traitement des données ainsi que de plusieurs appareils photos numériques.

2.6 Traitement statistique de l'information

Pour garantir la significativité des résultats, nous avons travaillé sur les données de localisation des collisions pour l'ensemble des espèces puis par espèce ou groupe d'espèces dont les effectifs observés sont supérieur à 30 individus.

Les hypothèses que nous avons cherché à vérifier sont les suivantes :

- a) Les collisions varient selon les périodes de l'année, et peuvent être interprétées au regards de la phénologie des espèces
- b) Les points de conflits varient selon les espèces
- c) Le nombre de voies influe sur les collisions
- d) L'occupation du sol autour de la route a un effet sur les collisions.

2.6.1 Description des données

Pour chaque série de données nous avons considéré qu'il y a suivant toute probabilité statistique la même chance qu'il y ait le même nombre de collisions chaque mois de l'année (hypothèse nulle), nous avons donc testé si la répartition des collisions au fil des mois est uniforme en faisant un test d'ajustement à une distribution ou test du Khi-deux de conformité. Lorsque la répartition des valeurs et lorsque le nombre de données nous le permettait, nous avons testé les valeurs mensuelles en faisant un test d'adéquation des données à une loi équirépartie en s'appuyant sur une loi binomiale qui converge vers une loi normale. Nous avons également vérifié grâce au test de Kolmogorov-Smirnov si les répartitions mensuelles des collisions de 2010 et 2011 suivent la même loi.

Pour chaque série de données nous avons considéré qu'il y a suivant toute probabilité statistique la même chance qu'il y ait la même répartition des collisions sur les routes en fonction du nombre de voies de circulation. En nous rapportant au nombre total de kilomètres de routes pour chaque catégorie étudiée (une voie, deux voies, trois voies) du réseau de la DIR Est, nous avons procédé à un test d'ajustement à une distribution ou test du Khi-deux de conformité. Lorsque la répartition des valeurs et lorsque le nombre de données nous le permettait, nous avons testé les résultats par nombre de voies en faisant un test d'adéquation des données à une loi équirépartie en s'appuyant sur une loi binomiale qui converge vers une loi normale.

Nous avons ensuite décrit la proportion de collisions par types de milieux observés (culture, prairie, forêt, zone en eau, friches et haies) à proximité du cadavre, à partir des observations des agents de la DIR Est⁴. Il s'agit d'une première approche complétée ensuite par une analyse spatiale (cf. 2.6.3).

⁴ Rappel : à un site de collision peut être attribué plusieurs types d'occupation du sol.

Puis la proportion de collisions en fonction des types d'équipements de la route situés à proximité du cadavre (fossés, talus, mur de séparation, glissière de sécurité, signalisation contre les collisions et passage à faune). Au-delà de l'aspect descriptif, il n'est pas possible de savoir si cela présente une influence sur les collisions car nous ne disposons pas des données pour les secteurs sans collision.

2.6.2 Organisation spatiale des points de conflit par espèce ou groupe d'espèces

L'analyse des points de collisions s'effectue en deux temps. La première étape nécessite de vérifier si les points relevés sont bien agrégés ou non le long de certaines zones du réseau routier. Dans le cas positif, la seconde étape va permettre de définir à quelle échelle spatiale les points de collision sont agrégés et de calculer une densité de collision le long du réseau, exprimée en nombre de collisions au kilomètre.

Dans un premier temps, il convient donc de caractériser l'organisation spatiale des points de collisions véhicules/faunes le long du réseau routier. Si, pour une espèce donnée, l'ensemble des points de collisions est situé de manière régulière ou aléatoire le long des routes, il ne sera pas possible d'identifier des zones de conflits significatives. En suivant Clewenger *et al.* (2003), l'organisation spatiale des points de collisions véhicules/faunes le long du réseau routier a été caractérisée pour chaque espèce ou groupe d'espèces avec plus de 30 observations, à l'aide de la fonction K de Ripley.

Cette fonction (Ripley, 1981) décrit la répartition de données à plusieurs échelles spatiales, elle est souvent utilisée pour décrire des données dans 2 dimensions. Les collisions entre la faune sauvage et les véhicules sont situées le long des routes donc dans un espace à une dimension. Pour caractériser l'organisation spatiale des points de collision nous avons donc utilisé la fonction K de Ripley dans sa forme adaptée à un réseau donc à une dimension (Clewenger *et al.*, 2003 ; O'Driscoll, 1998) défini comme :

$$K(t)_{\text{obs}} = \frac{RL}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N I(d_{ij})$$

où d_{ij} est la distance entre i et la collision j et $I(d_{ij})$ est un indicateur de fonction qui renvoie à 1 si $d_{ij} \leq$ distance et autrement à zéro (O'Driscoll, 1998).

Il s'agit de comptabiliser, pour chaque objet ponctuel (qui correspond à une ligne de la base de données et à un individu sur le terrain), le nombre de voisins, $L(t)$, à différentes échelles d'observations (distance t) le long du réseau routier. L'analyse a été réalisée en utilisant une distance t multiple de 500 m, échelle correspondant à la précision de la localisation des données récoltées.

Nous avons ensuite calculé un intervalle de confiance de 95 % à l'aide de 1000 simulations de Monte-Carlo qui repose sur une distribution de points aléatoires pour chaque espèce. Le résultat produit est un graphique sur lequel la courbe des valeurs dites attendues, est normalisée à 0 et représente une organisation spatiale aléatoire. Les valeurs positives de $L(t)$ révèlent une organisation spatiale en agrégats et les valeurs négatives de $L(t)$ révèlent une organisation en dispersion régulière en fonction de l'échelle d'observation prise en compte. Pour cette analyse, le logiciel ArcGIS et l'extension « SANET » (Spatial Analyst on Network (Ver.4.0). Atsu Okabe, Kei-ichi Okunuki and SANET Team, Tokyo, Japan. (<http://sanet.csis.utokyo.ac.jp/>), ont été utilisés mais l'utilisation d'un autre logiciel SIG comme mapinfo couplé au logiciel R (package "spatstat") est normalement possible.

Il s'agit ensuite de localiser les points de conflits pour les espèces qui présentent une répartition des données en agrégat le long du réseau routier. La localisation d'un point de conflit se fera en estimant une densité de points de collisions par la méthode du noyau (Gomes *et al.*, 2009 ; Krisp & Durot, 2007). Cette méthode identifie des zones de concentration des collisions traduites cartographiquement par une variation colorimétrique fonction du nombre de collisions dans l'agrégat (figure 2). La largeur

de la zone d'influence de chaque noyau a été définie pour chaque espèce en fonction de la plus grande échelle à laquelle on observe une agrégation des points de collisions d'après la statistique K de Ripley. Cette largeur correspond à une échelle raisonnable pour réfléchir à des mesures de réduction des conflits entre la faune sauvage et l'infrastructure routière. L'estimation de la densité par la méthode du noyau (Kernel density estimation) a été générée en utilisant l'extension Spatial Analyste d'ArcGis 10, elle peut également être réalisée à l'aide d'une succession de requêtes sql dans le logiciel mapinfo (Di Salvo *et al.*, 2005) ou de l'outil vertical mapper sur mapinfo.

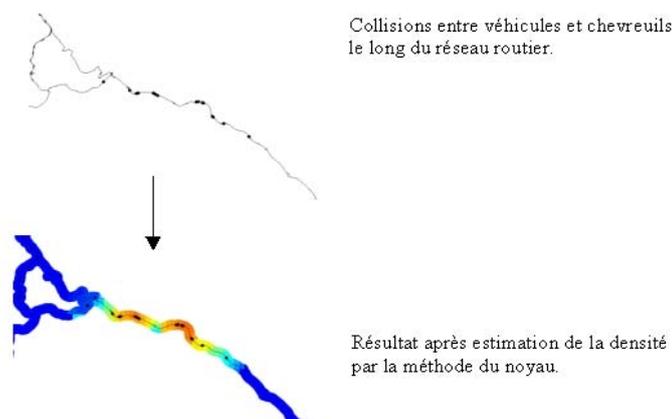


Figure 2. Illustration de la procédure de localisation des points de conflits entre la faune et les véhicules par la méthode du noyau, exemple du Chevreuil.

Chaque tronçon est alors classé en fonction de sa densité de collision ce qui permet de hiérarchiser les « points noirs » sur le réseau suivant leur importance (nombre de collision par kilomètre) à l'aide d'une variation colorimétrique. La discrétisation a été faite suivant la méthode de Jenks (Jenks & Caspall, 1971). Cette méthode repose sur l'analyse de la variance, c'est à dire sur l'analyse de la dispersion des valeurs de la série autour de la moyenne. Elle vise à minimiser la variance intra-classes et à maximiser la variance inter-classes. le nombre de classes a été volontairement limité à cinq afin de ne pas nuire à la lisibilité des cartes. Cette cartographie constitue le document de rendu permettant de localiser les zones accidentogènes effectives et constitue ainsi une aide majeure à la priorisation d'actions.

2.6.3 Etude de l'occupation du sol à proximité des collisions par analyse spatiale

Un tampon de 500 m (Grilo, 2009) puis de 1000 m (Malo *et al.*, 2004 ; Grilo *et al.*, 2009) a été appliqué autour de chaque point de collision entre un véhicule et un individu appartenant à l'une des espèces étudiées. A l'aide de la BD topo et d'un SIG, nous avons ensuite calculé la part de chaque type d'occupation du sol contenu à l'intérieur des tampons pour chaque espèce ou groupe d'espèces puis pour l'ensemble du réseau de la DIR Est en FC. Les données obtenues pour chaque espèce ou groupe d'espèces sont ensuite comparées à celles obtenues pour l'ensemble du réseau de la DIR Est en FC grâce au test de Kolmogorov-Smirnov. Nous avons ensuite regroupé plusieurs occupation du sol afin de procéder à un test d'ajustement à une distribution ou test du Khi-deux de conformité (en nous appuyant sur la distribution observée sur le réseau de la DIR Est = distribution de référence). Nous avons ensuite testé l'effet de l'occupation du sol en faisant un test d'adéquation des données à une loi équirépartie en s'appuyant sur une loi binomiale qui converge vers une loi normale. Les données obtenues pour chaque espèce ou groupe d'espèces sont aussi comparées aux informations recueillies par les agents de la DIR Est dans le cadre de l'enquête grâce au test de Kolmogorov-Smirnov afin de vérifier que la méthodologie développée ici est fiable et correspond à une réalité de terrain.

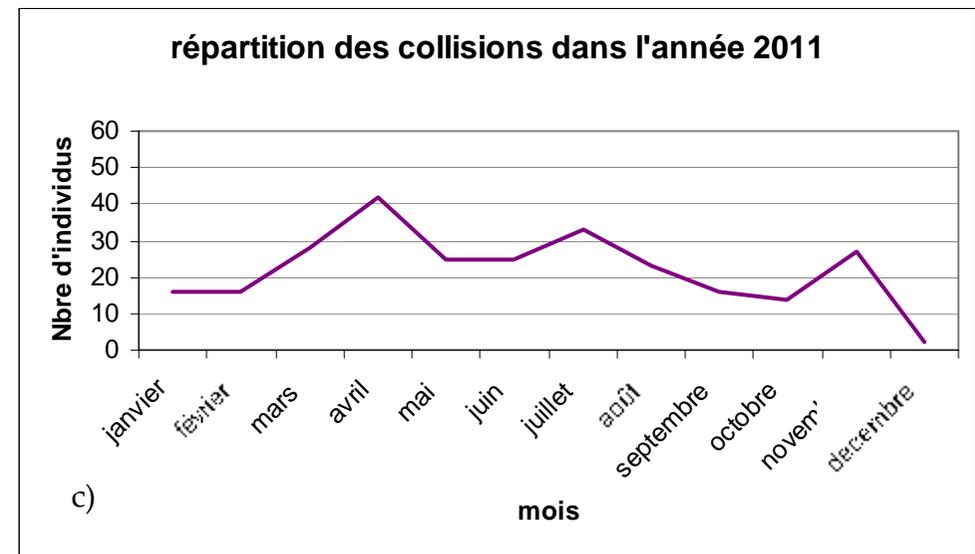
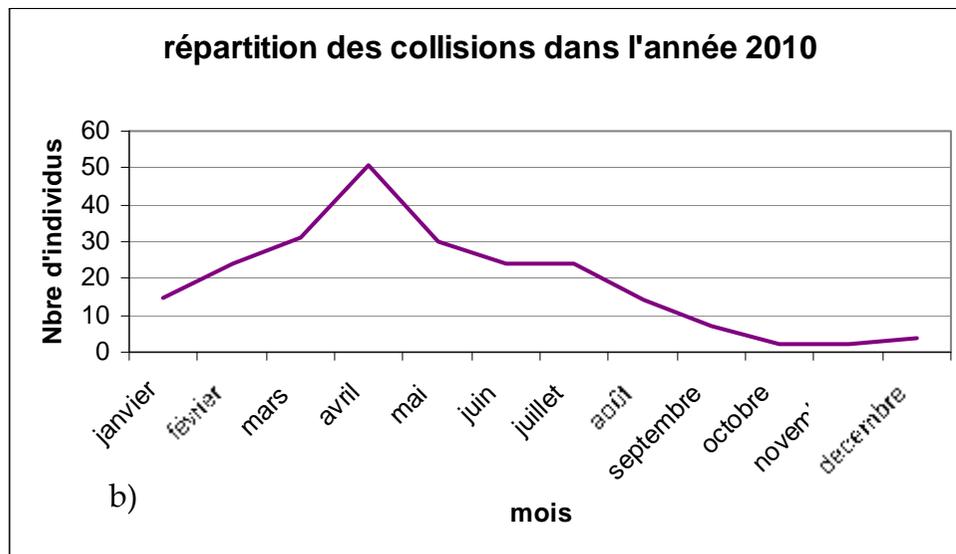
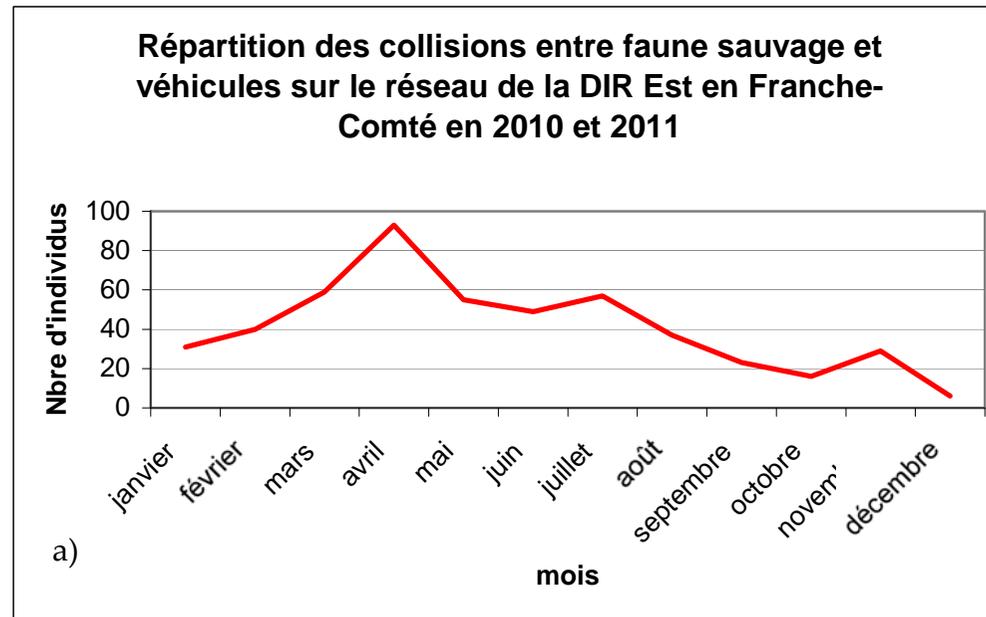


Figure 3 : Représentation graphique de la répartition des collisions entre faune sauvage et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté (DE de Besançon). Collisions toute espèces confondues, cumulées par mois pour 2010 (b), 2011(c) et 2010-2011 (a).

3/ Résultats

3.1 Description des données

3.1.1 Toutes espèces confondues

Les agents de la DIR Est en charge de l'entretien du réseau routier national de Franche-comté ont observé 495 collisions entre janvier 2010 et décembre 2011 sur l'ensemble du réseau (environ 490 km de linéaire) soit une moyenne de 0,5 collision par km et par an. La répartition du nombre de collisions mensuelles observées n'est pas conforme à une distribution théoriquement attendue (test du Khi2 ; $P < 0.05$). On observe un pic de collisions en mars, en avril, en mai et en juillet pour l'ensemble des années ($P < 0.05$). On observe également un pic de collisions en mars, en avril et en mai 2010 ($P < 0.05$) et un pic de collisions en avril 2011 ($P < 0.05$) (figure 3). On observe 228 collisions en 2010 et 267 en 2011. Une erreur dans la transmission de la base de données d'octobre 2010 nous a fait perdre la totalité des informations, aussi il semble nécessaire de retirer le mois d'octobre 2010 des analyses.

En excluant le mois d'octobre 2010, le schéma de répartition des collisions mensuelles ne suit pas la même loi de distribution en 2010 et en 2011 (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 0.648$, $D = 0.288$).

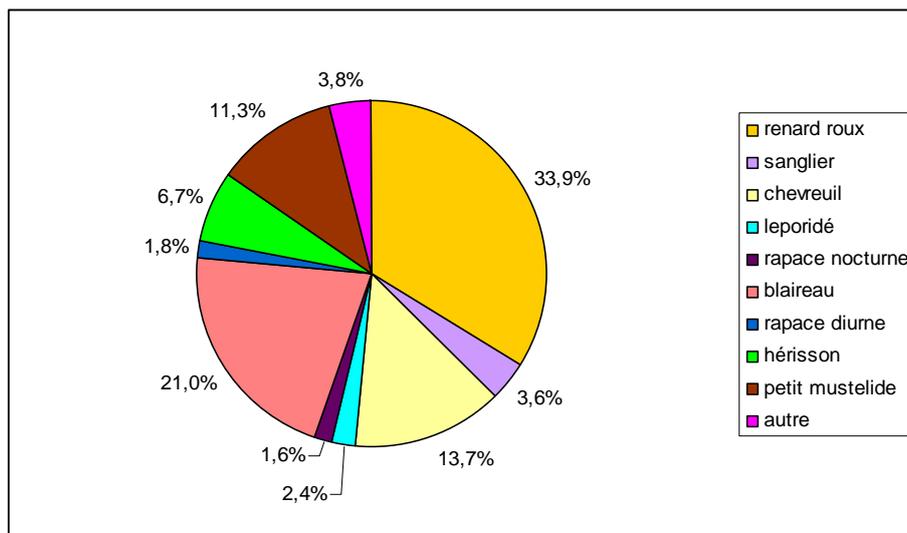


Figure 4 : Répartition par espèce du nombre de collisions constatées entre la faune et les véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011.

Concernant la distribution du nombre de collisions on observe que toutes les espèces ne sont pas égales vis à vis des collisions (figure 4). Le Renard (*Vulpes vulpes*) comptabilise à lui seul près de 34 % des collisions entre la faune et les véhicules, suivi du Blaireau 21 % puis du Chevreuil (*Capreolus capreolus*). Les autres espèces sont moins représentées : Hérisson (*Erinaceus europaeus*) 6,6 %, Sanglier (*Sus scrofas*) 3,6 % et autres espèces 3,8 %. Enfin d'autres groupes d'espèces sont aussi très concernés, en particulier les petits Mustélidés comptabilisant 13,7 % et dans une moindre mesure (dans le cadre des observations faites dans cette étude) les Léporidés 2,5 %, les Rapaces diurnes 1,8%, et les Rapaces nocturnes 1,6 %,

Le traitement des résultats spécifiques se fera en fonction de la quantité d'information (validité statistique des données), de la connaissance de l'occupation du sol et de la biologie de l'espèce (bibliographie).

Type de milieux

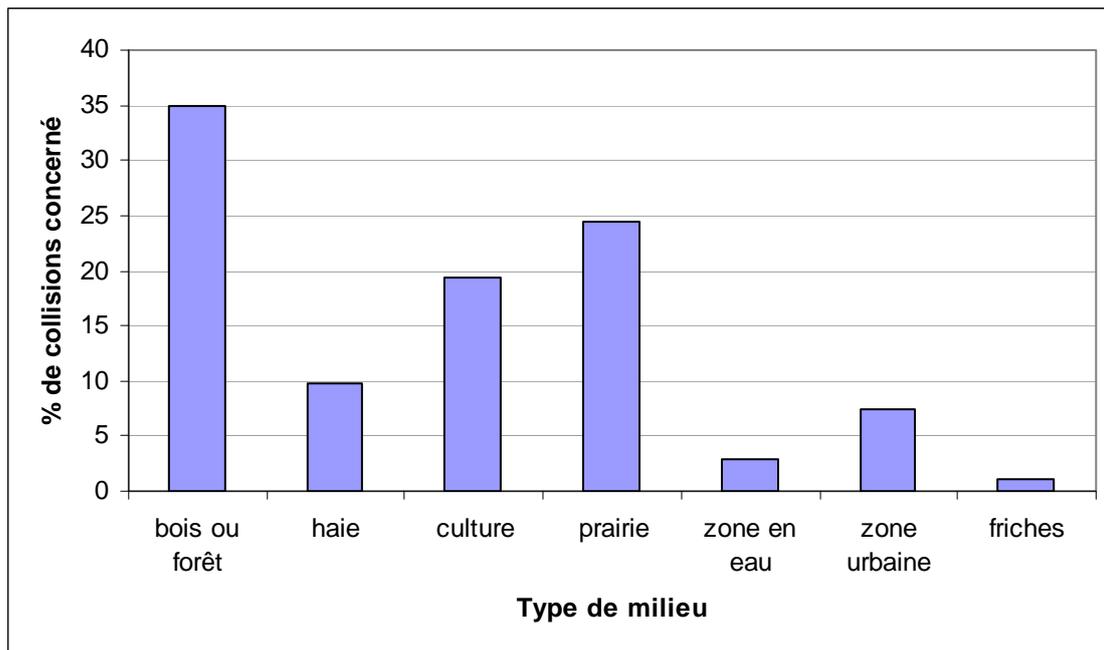


Figure 5 : Représentation des collisions observées entre faune et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté (une collision peut se situer à l'interface de plusieurs milieux). D'après les indications renseignées sur les formulaires.

La fiche de localisation des collisions comporte une rapide description du milieu proche de la collision observée qui se présente sous la forme d'un questionnaire à choix multiples. 97,6 % des fiches collisions ont été renseignées par au moins une indication sur le milieu environnant de la collision. La majorité des collisions ont été observées à proximité d'une forêt (35 %), d'une prairie (24,5 %) ou d'une zone de culture (19,3 %). (Figure 5)

45,6 % des collisions ont été observées à proximité d'un seul milieu, constitué : de forêts (58,8 %), de prairies (15,8 %), de cultures (14,5 %) ou de zones urbaines (6,3 %). Les autres milieux sont faiblement représentés (<6,3 %).

54,4 % des collisions entre faune sauvage et véhicules ont été observées à l'interface de plusieurs milieux.

33,2 % des collisions ont été observées à proximité de deux grands types de milieux composés au moins pour partie : de forêts (31,7 %), de prairies (30,4%), de cultures (21,1 %), de zones urbaines (5 %) et de zones en friches (1,2 %). 7,8 % des collisions observées à proximité de deux grands types de milieux ont eu lieu à proximité de haies et 2,8 % à proximité de zones en eau.

20,8 % des collisions ont été observées à proximité de trois grands milieux composés au moins pour partis : de prairies (24,8 %), de bois ou de forêts (21,8 %), de cultures (20,8 %), de zones urbaines (10,6 %) et dans une très faible proportion par des friches (1 %). 4,3 % des collisions observées se situant à proximité de trois grands milieux ont eu lieu à proximité de zones en eau.

Équipement de l'infrastructure

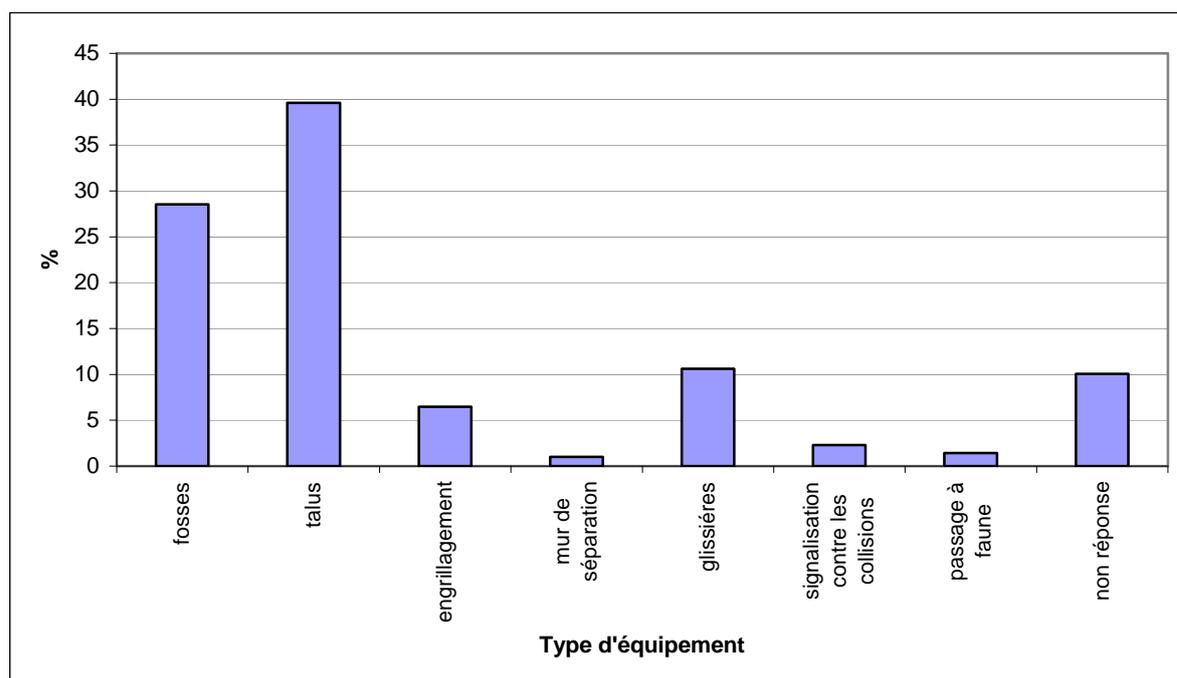


Figure 6 : Représentation des collisions observées entre faune et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type d'équipement de l'infrastructure sur le site de collision constaté.

La fiche de localisation des collisions comporte une rapide description de l'équipement de l'infrastructure proche de la collision observée. La description de l'équipement de l'infrastructure se présente sous la forme d'un questionnaire à choix multiples. 90 % des fiches collisions ont été renseignées par au moins une indication sur l'équipement de l'infrastructure proche de la collision observée. On observe que, sur le site de collision constatée entre faune et véhicule, l'infrastructure est dotée de : talus (44 %), fossés (31,7 %), glissières de sécurité (11,8 %), grillages (7,2 %), signalisations pour le passage de la faune (2,6 %), passages à faune (1,6 %), murs de séparation (1,1 %) (figure 6).

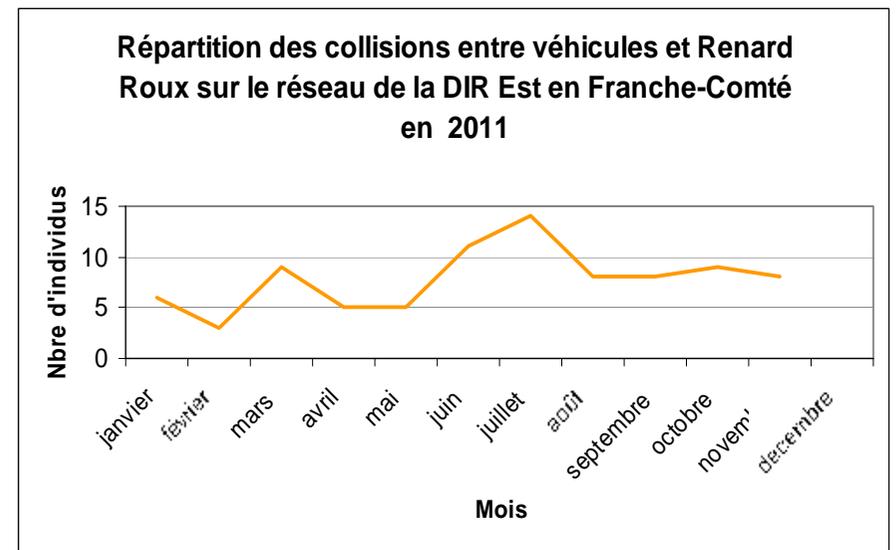
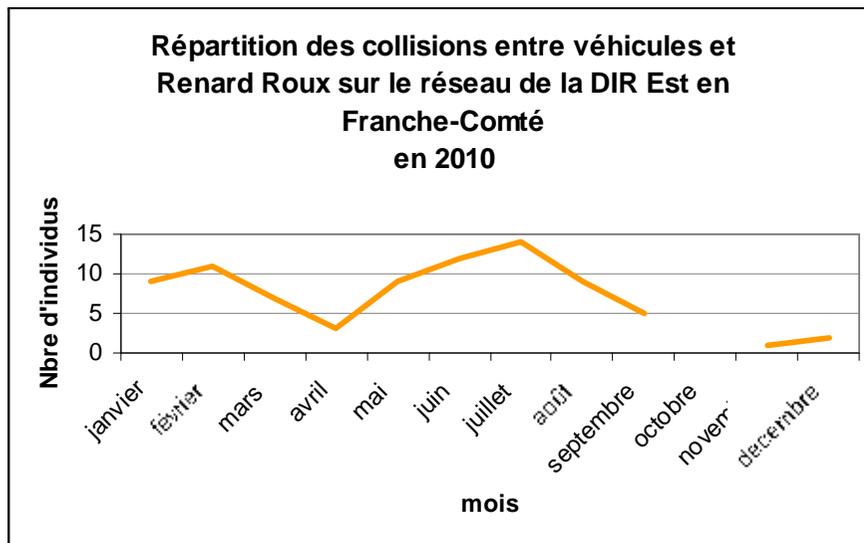
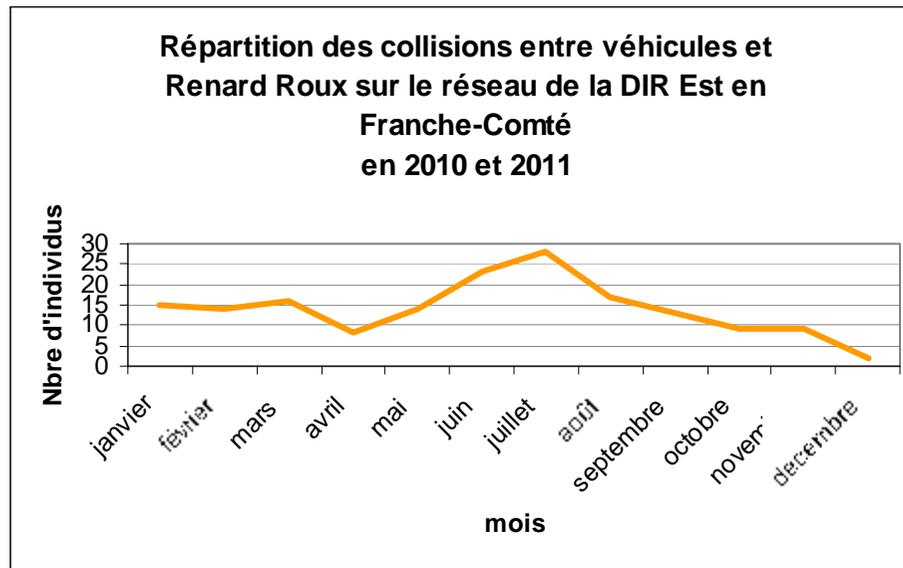


Figure 7 : Représentation graphique de la répartition des collisions entre Renards et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté (DE de Besançon). Données cumulées par mois pour 2010 (b), 2011(c) et 2010-2011 (a).

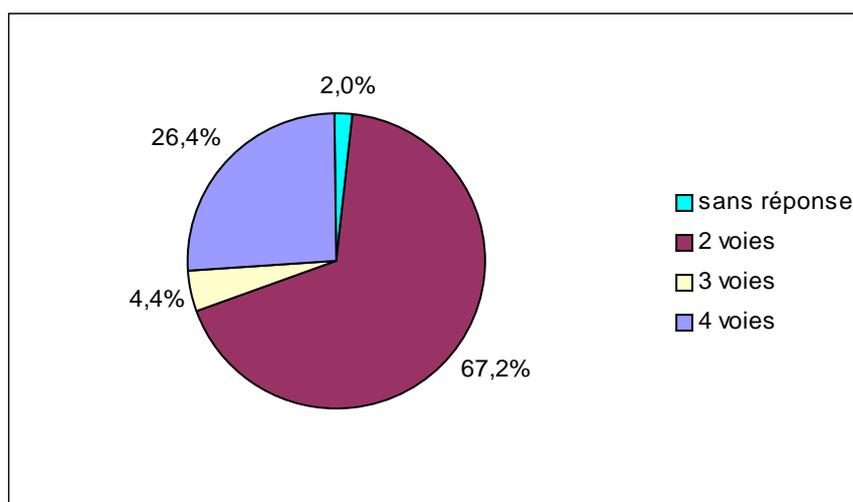


Figure 8 : Représentation des collisions observées entre faune et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du nombre de voies de l'infrastructure sur le site de collision constaté.

La fiche de localisation des collisions comporte une partie réservée au renseignement du nombre de voies de circulation de l'infrastructure à l'endroit de la collision observée. 98 % des fiches collisions ont été renseignées sur le nombre de voies que comporte l'infrastructure (figure 8). 67,2 % des collisions ont eu lieu sur une infrastructure bidirectionnelle (2X1 voies), 26,4 % sur une deux fois deux voies et 4,4% sur une trois voies. La répartition du nombre de collisions constatées suivant le nombre de voies de circulation de l'infrastructure n'est pas conforme à une distribution théoriquement attendue (Khi2 ; $P < 0.05$). Le nombre de collisions constatées sur les infrastructures bidirectionnelles (2 voies) est supérieur à une distribution théoriquement attendue ($P < 0.05$).

3.1.2 Le Renard (*Vulpes vulpes*)

On observe 168 collisions entre un Renard et un véhicule le long du réseau de la DIR Est de Franche-Comté. C'est l'espèce qui a payé le plus lourd tribut dans cette enquête (33% des collisions observées). La répartition du nombre de collisions mensuelles observées n'est pas conforme à une distribution théoriquement attendue (test du Khi2 ; $P < 0.05$). On observe un pic de collisions en juin et juillet pour l'ensemble des années ($P < 0.05$) mais également en juin et juillet 2010 ($P < 0.05$) et juillet 2011 ($P < 0.05$) (figure 7). En excluant le mois d'octobre 2010, le schéma de répartition des collisions mensuelles suit la même loi de distribution en 2010 qu'en 2011 (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 0.929$ et $D = 0.212$).

Type de milieu

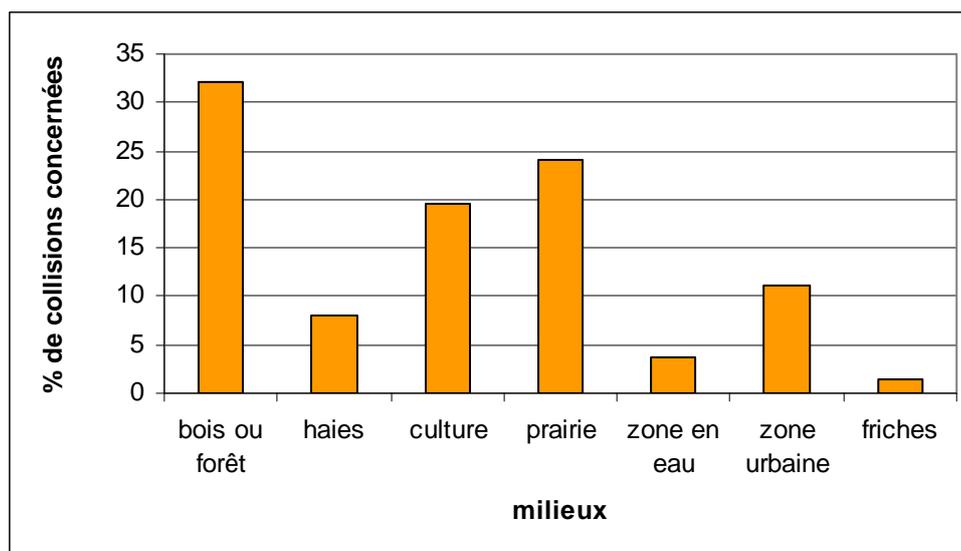


Figure 9 : Représentation des collisions observées entre Renard et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté.

97,6 % des fiches collisions entre Renards et véhicules ont été renseignées par au moins une indication sur le milieu environnant. Les collisions entre les Renards et les véhicules ont été observées au moins pour partie à proximité d'un milieu forestier (32,1 %), prairial (24,2 %), de culture (19,5 %) et/ou d'une zone urbaine (11,2 %). Dans 7,9 % des cas des haies ont été observées à proximité du cadavre et dans 3,6 % des cas une zone en eau était proche (figure 9).

28,9 % des collisions entre Renards et véhicules ont été observées à proximité d'un seul type de milieu : forestier à 51,3 %, prairial à 17,5 % et cultural à 16,25 %. Les autres milieux sont < 10 % soit 8 observations.

71,1 % des collisions entre Renards et véhicules ont été observées à l'interface de plusieurs milieux.

32,7 % des collisions entre Renards et véhicules ont été observées à proximité de deux grands types de milieux constitués principalement et au moins pour partie par : la forêt (30,9 %), la prairie (29,1 %) et les cultures (20,9 %). Les autres milieux sont < 9 % soit 9 observations.

17,3 % des collisions entre Renards et véhicules ont été observées à proximité de trois grands types de milieux constitués principalement et au moins pour partie de : prairies (24,1 %), cultures (20,7 %), forêts (16,1 %), zones urbaines (16,1%). Les autres milieux sont < 5 % soit 6 observations. 14,9 % des cas de collisions observées à proximité de trois grands types de milieux sont situées à proximité de haies.

Equipement de l'infrastructure

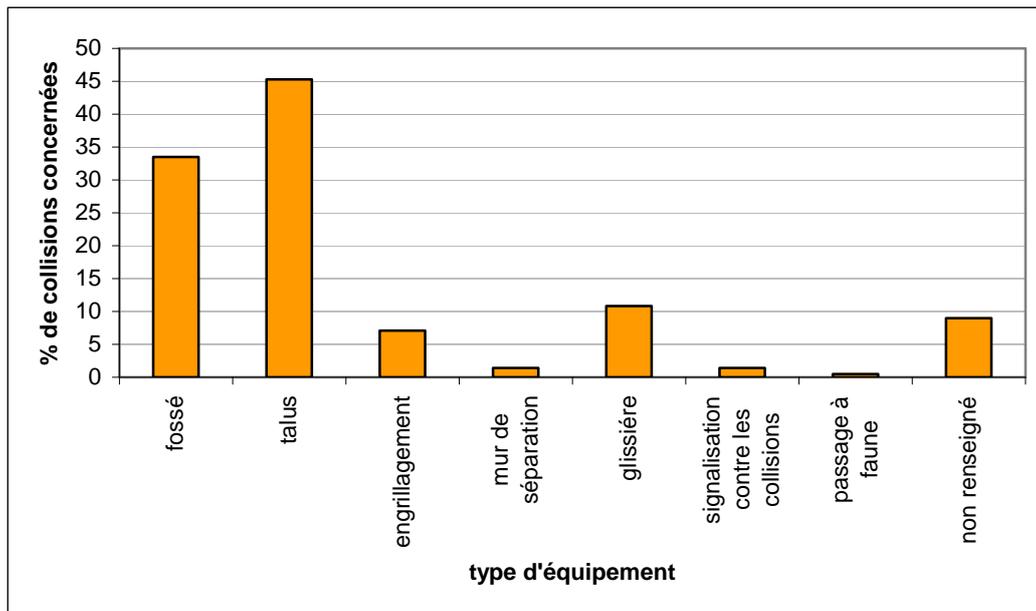


Figure 10 : Représentation des collisions observées entre Renards et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du/des type d'équipement de l'infrastructure du site de collision constaté.

91 % des fiches collisions ont été renseignées par au moins une indication sur l'équipement de l'infrastructure. A proximité du site de collision constaté entre Renards et véhicules : 45,3 % des routes sont équipées de talus, 33,5 % de fossés, 10,8 % de glissières de sécurité, 7,1% de grillages. Les autres types d'équipements sont >1,4 %, soit trois observations (figure 10).

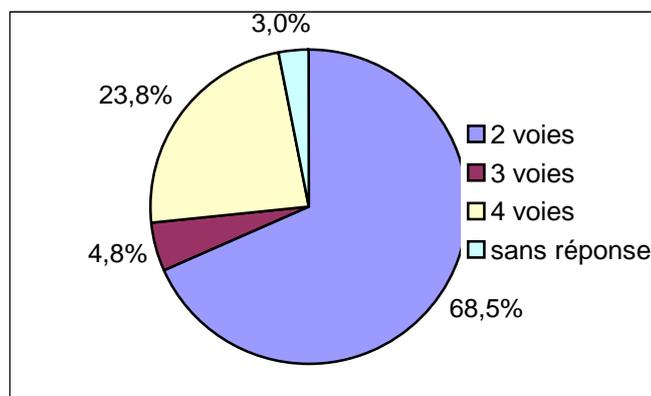


Figure 11 : Représentation des collisions observées entre Renards et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du nombre de voies de circulation de l'infrastructure sur le site de collision constaté.

97 % des fiches de localisation des collisions ont été renseignées par au moins une indication sur le nombre de voies de circulation de l'infrastructure. La répartition du nombre de collisions constatées suivant le nombre de voies de circulation de l'infrastructure n'est pas conforme à une distribution théoriquement attendue (Khi2 ; $P < 0.05$). Le nombre de collisions constatées sur les infrastructures bidirectionnelles (2 voies) est supérieur à une distribution théoriquement attendue ($P < 0.05$).

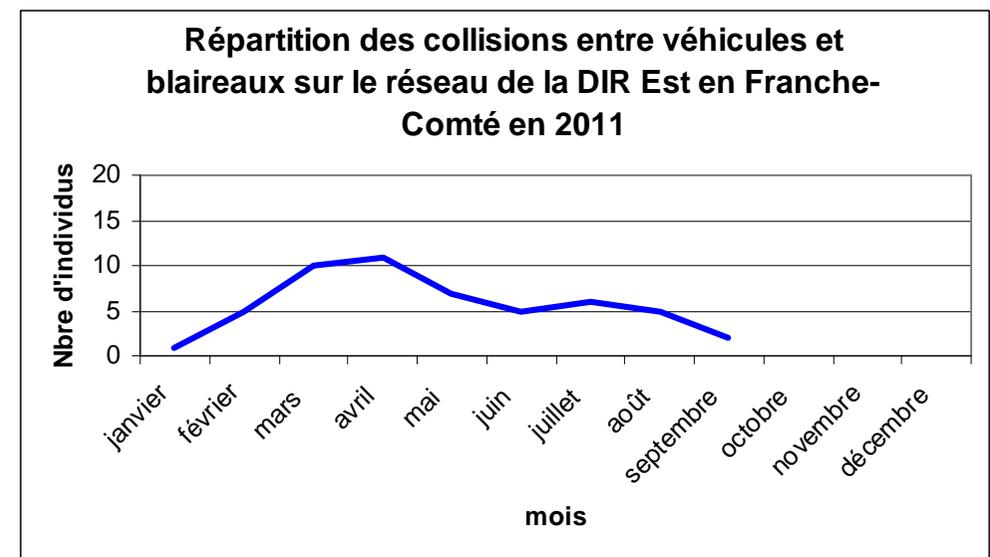
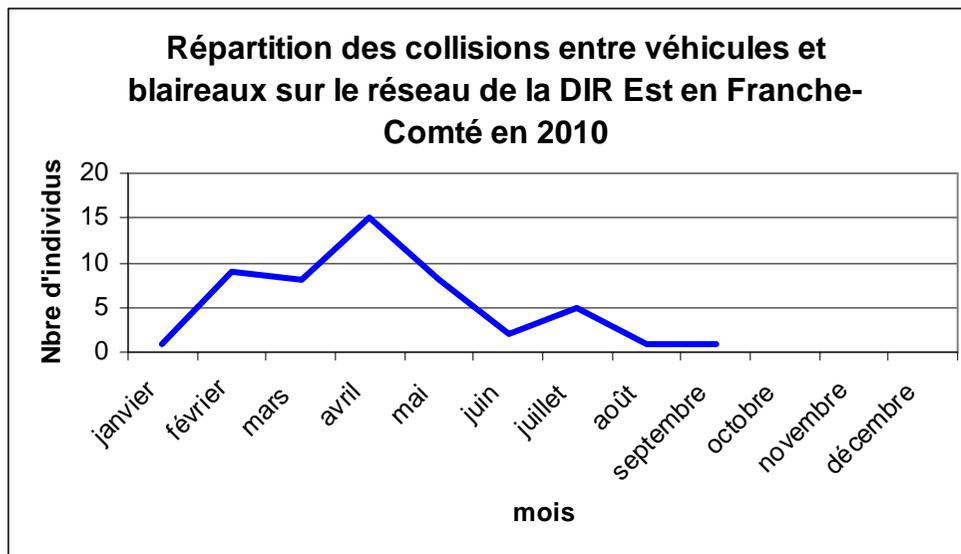
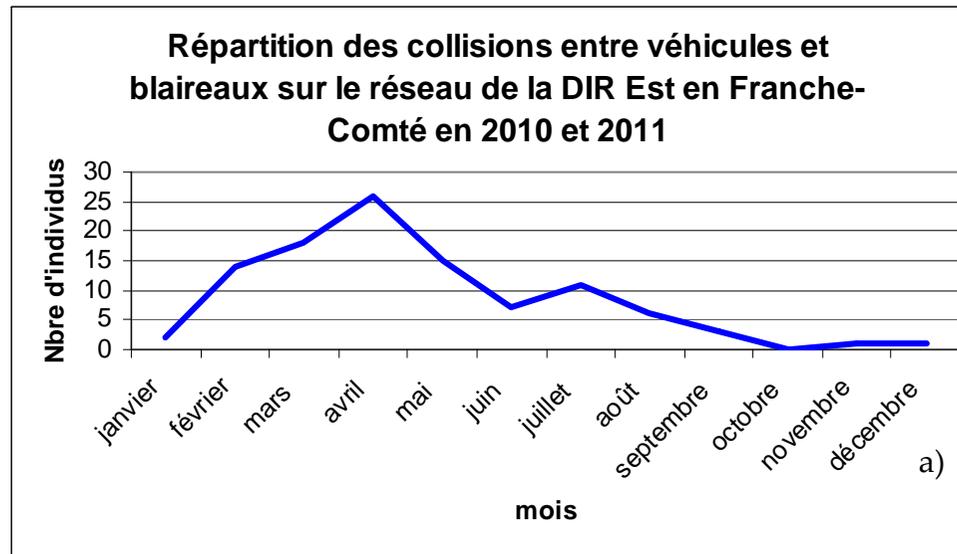


Figure 12 : Représentation graphique de la répartition des collisions entre Blaireaux et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté (DE de Besançon). Données cumulées par mois pour 2010 (b), 2011(c) et 2010-2011 (a).

68,5 % des collisions entre les Renards et les véhicules ont eu lieu sur une infrastructure bidirectionnelle (2X1 voies), 4,8 % sur une trois voies et 23,8 % sur une deux fois deux voies (figure 11). La répartition du nombre de collisions constatées suivant le nombre de voies de circulation de l'infrastructure n'est pas conforme à une distribution théoriquement attendue (test du Khi2 ; $P < 0.05$).

Le nombre de collisions constatées sur les infrastructures bidirectionnelles (2 voies) est supérieur à une distribution théoriquement attendue ($P < 0.05$) et inversement le nombre de collisions constatées sur les infrastructures à 2X2 voies est inférieur à une distribution théoriquement attendue ($P < 0.05$).

3.1.3 Le Blaireau (*Meles meles*)

On observe 104 collisions entre les Blaireaux et les véhicules le long du réseau de la DIR Est en Franche-Comté. C'est une espèce qui paye un lourd tribut dans cette enquête (21 % des collisions observées). Vu la taille de l'échantillon, il n'est pas possible de savoir si la répartition du nombre de collisions mensuelles observées est conforme ou non à une distribution théoriquement attendue. On observe un pic de collisions en février, mars, avril et mai pour l'ensemble des années ($P < 0.05$) (figure 12). En excluant le mois d'octobre 2010, le schéma de répartition des collisions mensuelles suit la même loi de distribution en 2010 qu'en 2011 (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 0.961$, $D = 0.197$) (figure 12).

Type de milieu

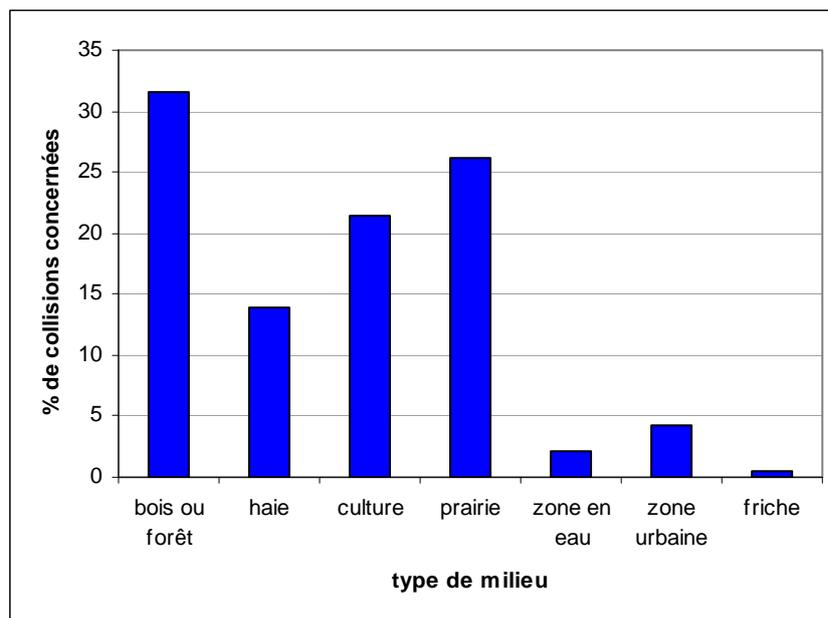


Figure 13 : Représentation des collisions observées entre Blaireaux et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté.

95,2 % des fiches collisions entre Blaireaux et véhicules ont été renseignées par au moins une indication sur le milieu environnant. La plus grande partie des collisions ont été observées au moins pour partie à proximité d'un milieu forestier (31,6 %), prairial (26,2 %) ou/et de culture (21,4 %). Les autres milieux sont $< 4,3$ %, soit 8 observations. Dans 13,9 % des cas

des haies ont été observées à proximité du cadavre et dans 2,1 % des cas une zone en eau (figure 13).

39,6 %, soit 40 observations des collisions entre Blaireaux et véhicules ont été observées à proximité d'un seul milieu de type : forestier (55 %), prairial (20 %) et en milieu de culture (15 %). Les autres milieux sont <5 % soit 2 observations.

60,4 % des collisions entre Blaireaux et véhicules ont été observées à l'interface de plusieurs milieux.

35,6 % des collisions entre Blaireaux et véhicules ont été observées à proximité de deux grands types de milieux constitués principalement et pour partie de : prairies (33,3 %), forêts (29,2 %) et cultures (25 %). Les autres milieux sont < 8 % soit 6 observations.

24,6 % des collisions entre Blaireaux et véhicules ont été observées à proximité de trois grands types de milieux, constitués principalement et pour partie : de haies (25,3 %), de prairies (22,7 %), de cultures (21,3%) et de forêts (21,3 %). Les autres milieux sont <6 % soit 5 observations.

Equipement de l'infrastructure

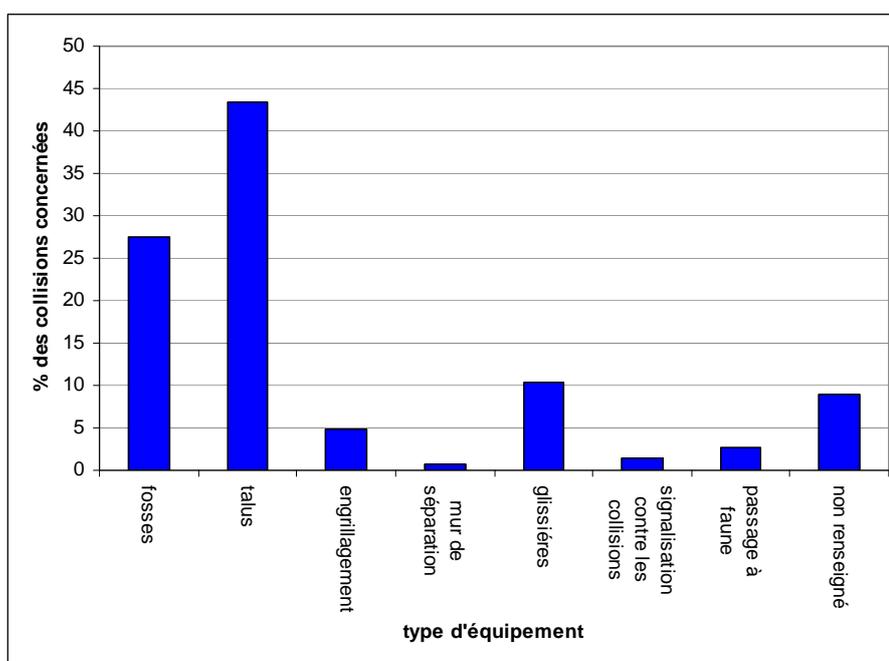


Figure 14 : Représentation des collisions observées entre Blaireaux et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type d'équipement de l'infrastructure du site de collision constaté.

91 % des fiches collisions ont été renseignées par au moins une indication sur l'équipement de l'infrastructure. A proximité du site de collision constaté entre Blaireaux et véhicules : 43,4% des routes sont équipées de talus, 27,6 % de fossés, 10,3 % de glissières de sécurité. Les autres types d'équipements sont < 4,8 %, soit 7 observations (figure 14).

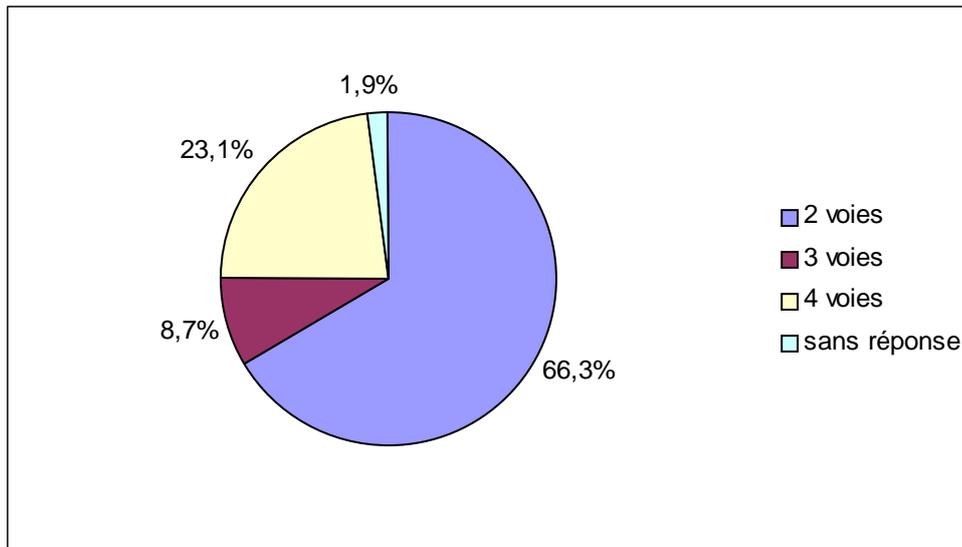


Figure 15 : Représentation des collisions observées entre Blaireaux et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du nombre de voies de circulation de l'infrastructure sur le site de collision constaté.

On observe que 66,3 % des collisions entre les Blaireaux et les véhicules ont eu lieu sur une infrastructure bidirectionnelle (2X1 voies), 8,7 % sur une trois voies et 23,1% sur une deux fois deux voies (figure 15). La répartition du nombre de collisions constatées suivant le nombre de voies de circulation de l'infrastructure n'est pas conforme à une distribution théoriquement attendue (test du Khi2 ; $P < 0.05$). Le nombre de collisions constatées sur les infrastructures bidirectionnelles (2 voies) est supérieur à une distribution théoriquement attendue ($P < 0.05$).

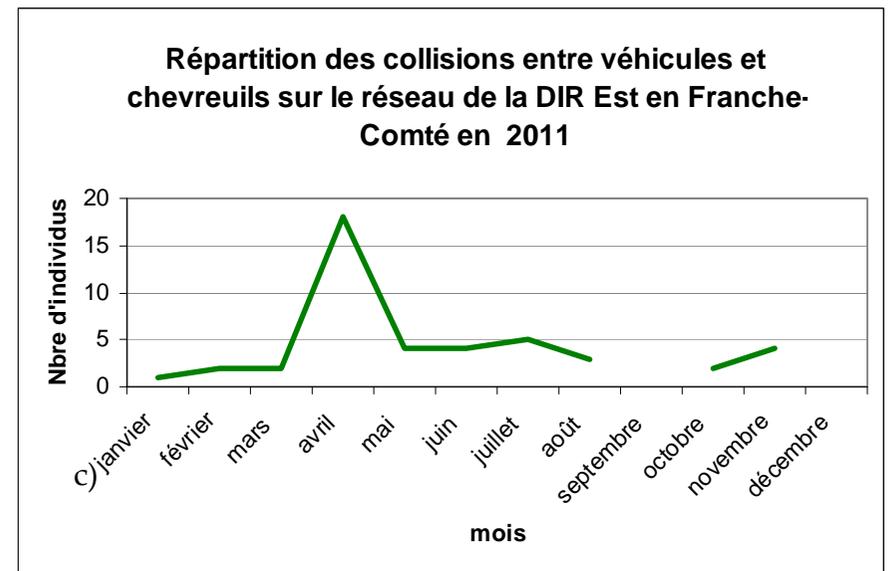
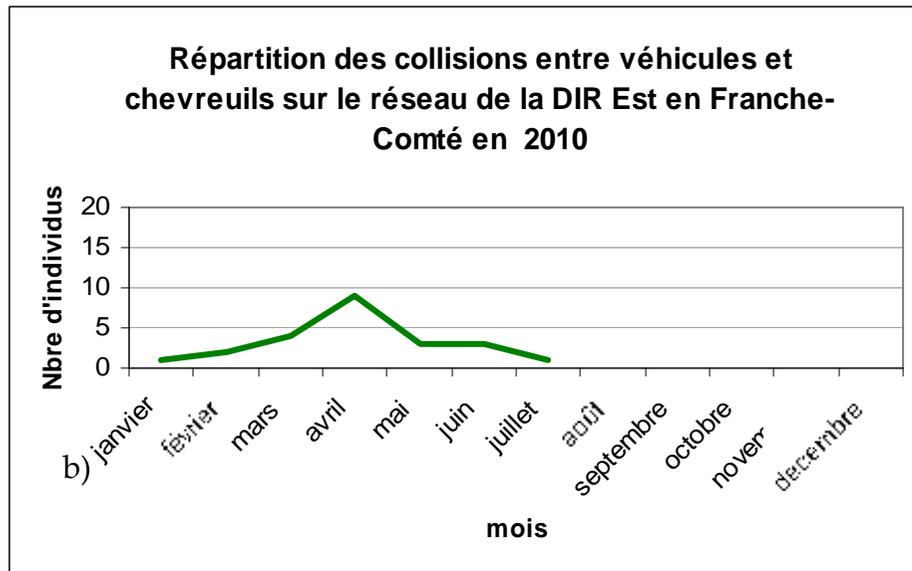
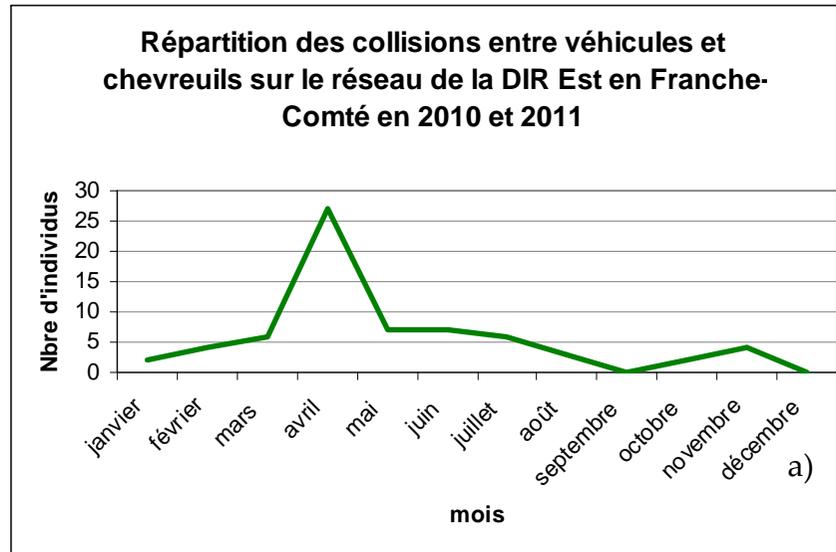


Figure 16 : Représentation graphique de la répartition des collisions entre Chevreuils et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté (DE de Besançon). Données cumulées par mois pour 2010 (b), 2011(c) et 2010-2011 (a).

3.1.4 Le Chevreuil (*Capreolus capreolus*)

On observe 68 collisions entre Chevreuils et véhicules le long du réseau de la DIR Est en Franche-Comté, ce qui représente 13,7 % des collisions constatées. Vu la taille de l'échantillon, il n'est pas possible de savoir si la répartition du nombre de collisions mensuelles observées est conforme ou non à une distribution théoriquement attendue. On observe un pic de collisions en avril pour l'ensemble des années ($P < 0.05$). En excluant le mois d'octobre 2010, le schéma de répartition des collisions mensuelles ne suit pas la même loi de distribution en 2010 qu'en 2011 (test de Kolmogorov-smirnov ; $P = 0.583$, $D = 0.303$) (figure 16).

Type de milieux

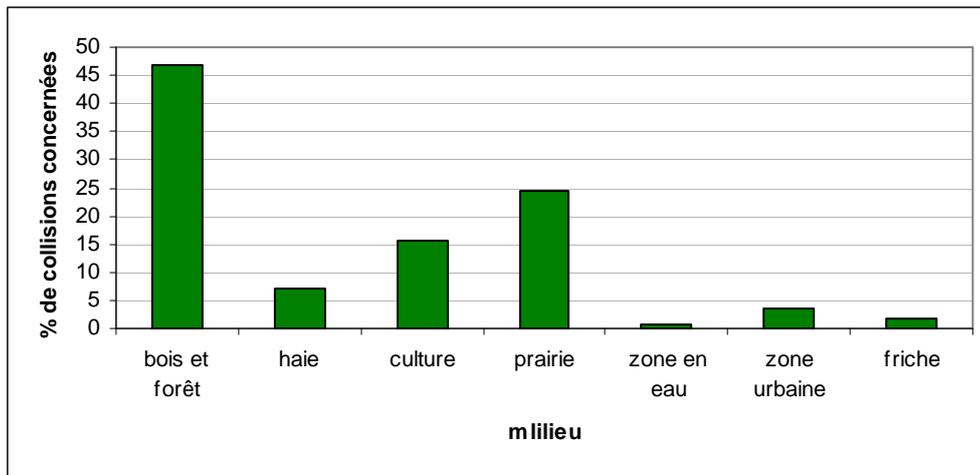


Figure 17 : Représentation des collisions observées entre Chevreuils et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté (une collision peut se situer à l'interface de plusieurs milieux).

98,5 % des fiches concernant les collisions entre des Chevreuils et des véhicules ont été renseignées par au moins une indication sur le milieu environnant. La grande majorité des collisions a été observée à proximité d'un milieu : forestier (47 %), prairial (24,3 %) et de culture (15,7 %). Dans 7 % des cas, des haies ont été observées à proximité du cadavre. Les autres milieux représentent < 3,5 % soit 4 observations (figure 17).

48,5 % des observations, soit 33 observations des collisions entre Chevreuils et véhicules ont été observées à proximité d'un seul milieu de type : forestier (75,8 %), prairial (12 %), et cultural (12 %), aucune observation n'a été faite dans les autres milieux.

52,9 % des collisions entre Chevreuils et véhicules ont été observées à l'interface de plusieurs milieux.

39,7 % des collisions entre Chevreuils et véhicules ont été observées à proximité de deux grands types de milieux constitués principalement et pour partie par la forêt (38,9 %) et la prairie (33,3 %), suivi des milieux de culture (16,6 %). Les autres milieux ont une représentation < 4 % soit 2 observations.

11,8 % des collisions entre Chevreuils et véhicules ont été observées à proximité de trois grands types de milieux constitués principalement et pour partie de forêt (29,2 %), de prairies (25 %) et de cultures (16,7 %). Les autres milieux étant < 8 % soit 2 observations. Dans 20,8 % des cas des haies ont été observées à proximité du cadavre.

Une seule collision a été observée à proximité de quatre milieux.

Équipement de l'infrastructure

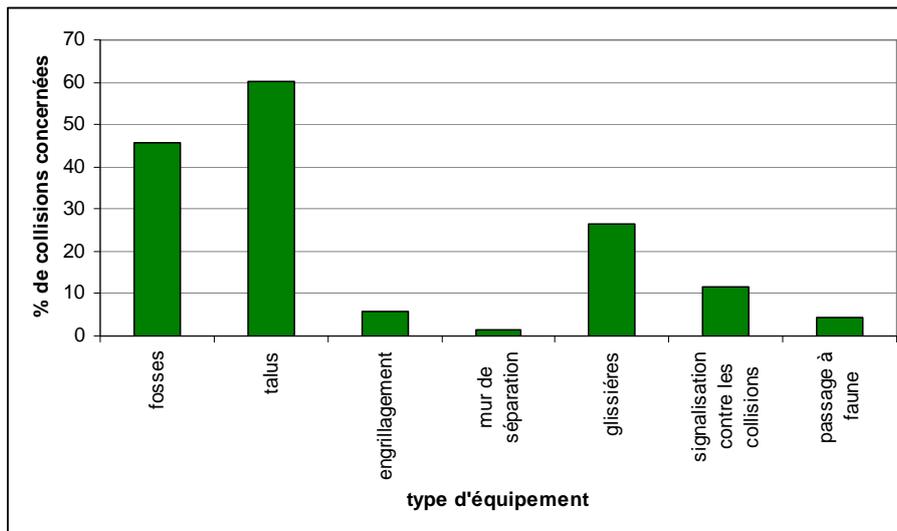


Figure 18 : Représentation des collisions observées entre Chevreuils et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type d'équipement de l'infrastructure du site de collision constaté.

91,4 % des fiches collisions ont été renseignées par au moins une indication sur l'équipement de l'infrastructure. A proximité du site de collision constaté entre Chevreuils et véhicules : 35,3 % des routes sont équipées de talus, 26,7 % de fossés, 15,5 % de glissières de sécurité et 6,9 % de signalisation contre les collisions. Les autres types d'équipements sont < 3,4 %, soit 4 observations (figure 18).

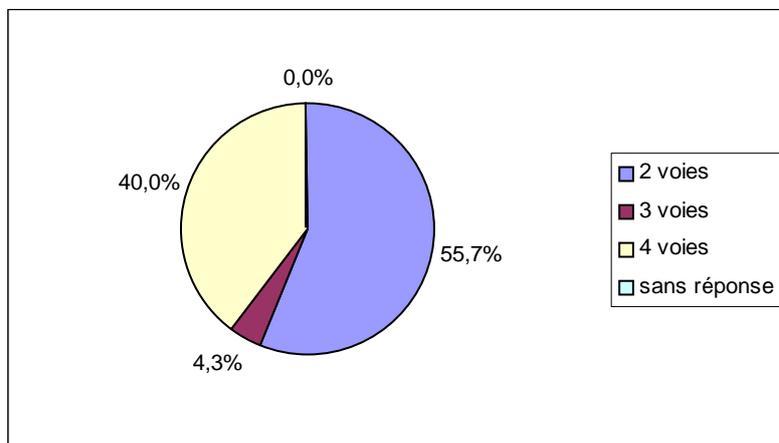


Figure 19 : Représentation des collisions observées entre Chevreuils et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du nombre de voies de circulation de l'infrastructure sur le site de collision constaté.

On observe que 56,7 % des collisions entre les Chevreuils et les véhicules ont eu lieu sur une infrastructure bidirectionnelle (2X1 voies), 4,3 % sur une trois voies et 40 % sur une deux fois deux voies (figure19). On ne peut exclure que la répartition du nombre de collisions constatées suivant le nombre de voies de circulation de l'infrastructure soit conforme à une distribution théoriquement attendue (test du Khi2 ; $P < 0.05$).

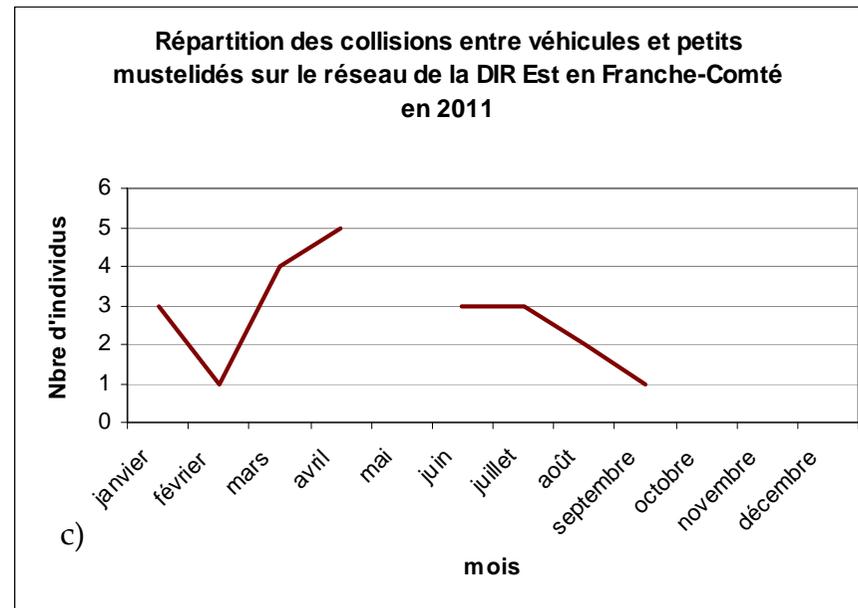
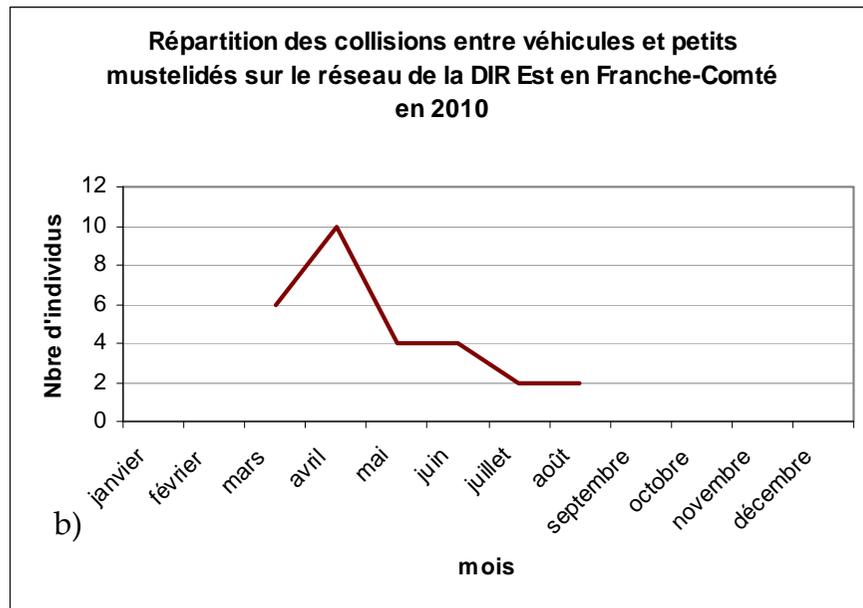


Figure 20 : Représentation graphique de la répartition des collisions entre petits Mustélidés et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté (DE de Besançon). Données cumulées par mois pour 2010 (b), 2011(c) et 2010-2011 (a).

3.1.5 Les petits Mustélidés

Les petits Mustélidés (Putois (*Mustela putorius*), Fouine (*Martes foina*), Marte (*Martes martes*), Belette (*Mustela nivalis*) et Hermine (*Mustela erminea*)) sont regroupés dans le cadre de cette étude dans une logique d'aménagement expliqué dans la partie 4.2.5 de ce rapport. On observe 56 collisions entre petits Mustélidés et véhicules le long du réseau de la DIR Est en Franche-Comté, ce qui représente 11,3 % des collisions constatées. Vu la taille de l'échantillon, il n'est pas possible de savoir si la répartition du nombre de collisions mensuelles observées est conforme ou non à une distribution théoriquement attendue. Vu la taille de l'échantillon, il n'est pas possible de voir si le schéma de répartition des collisions mensuelles est le même en 2010 qu'en 2011 (figure 20).

Type de milieux

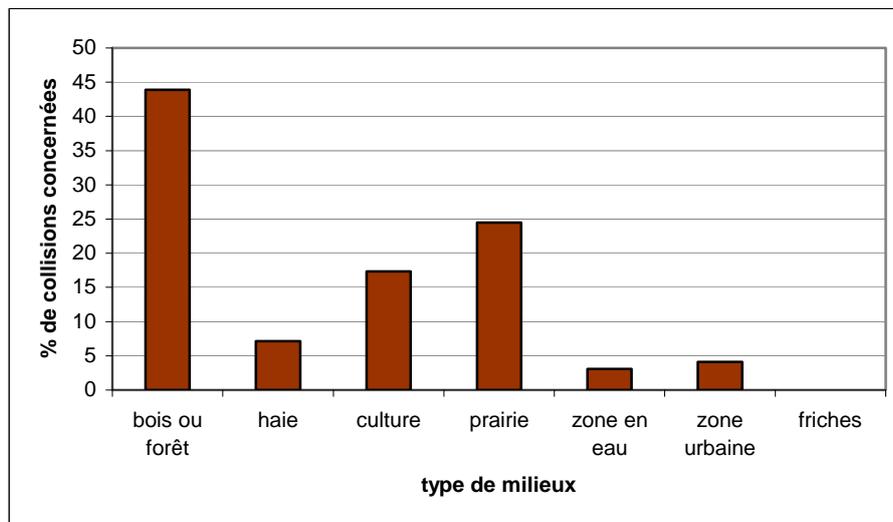


Figure 21 : Représentation des collisions observées entre petits Mustélidés et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté (une collision peut se situer à l'interface de plusieurs milieux).

98,2 % des fiches collisions entre petits Mustélidés et véhicules ont été renseignées par au moins une indication sur le milieu environnant. La plupart des collisions observées entre petits Mustélidés et véhicules ont été observées au moins pour partie à proximité d'un milieu forestier (43,9 %), puis prairial (24,5 %) et de culture (17,3 %). Les autres milieux représentent <4 % soit 3 observations. Dans 7,1 % des cas il a été observé la présence de haies à proximité du cadavre (figure 21).

53,6 % des collisions entre petits Mustélidés et véhicules (soit 30 observations) ont été observées à proximité d'un seul milieu, de type forestier à 70 %. Les autres milieux ont une représentation < 10 % soit 3 observations.

46,4 % des collisions entre petits Mustélidés et véhicules ont été observées à l'interface de plusieurs milieux.

17,9 % des collisions entre petits Mustélidés et véhicules ont été observées à proximité de deux grands types de milieux constitués principalement par la forêt (58 %) et la prairie (20 %). Les autres milieux ont une représentation < 10% soit 5 observations.

28,5 % des collisions entre petits Mustélidés et véhicules ont été observées à proximité de trois grands types de milieux constitués principalement par la forêt (29,2 %), la prairie (29,2 %) et les cultures (25 %). Les autres milieux sont < 10,4 % soit 5 observations.

Equipement de l'infrastructure

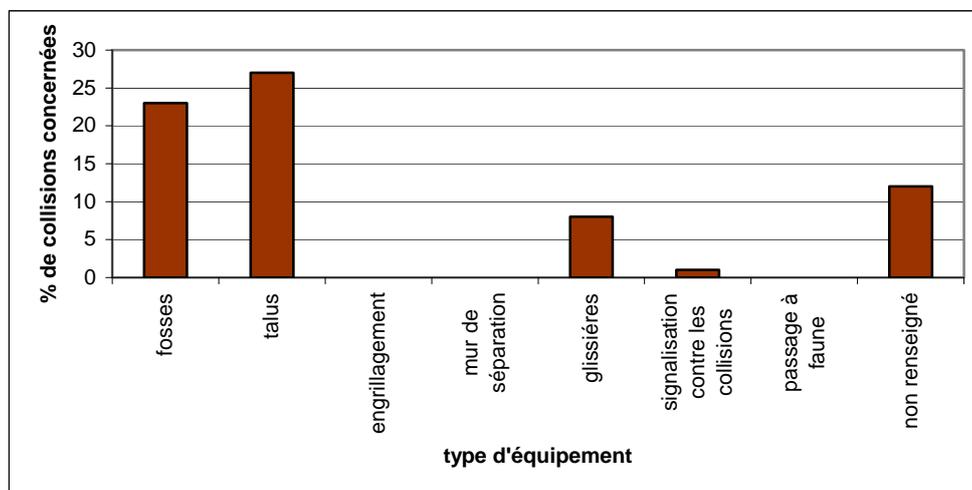


Figure 22 : Représentation des collisions observées entre petits Mustélidés et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du/des types d'équipement de l'infrastructure du site de collision constaté.

83,1 % des fiches collisions ont été renseignées par au moins une indication sur l'équipement de l'infrastructure. A proximité du site de collision constaté entre petits Mustélidés et véhicules : 38 % des routes sont équipées de talus, 32,4 % de fossés, 11,3% de glissières de sécurité. Les autres types d'équipements sont < 1,4 %, soit une observation (figure 22).

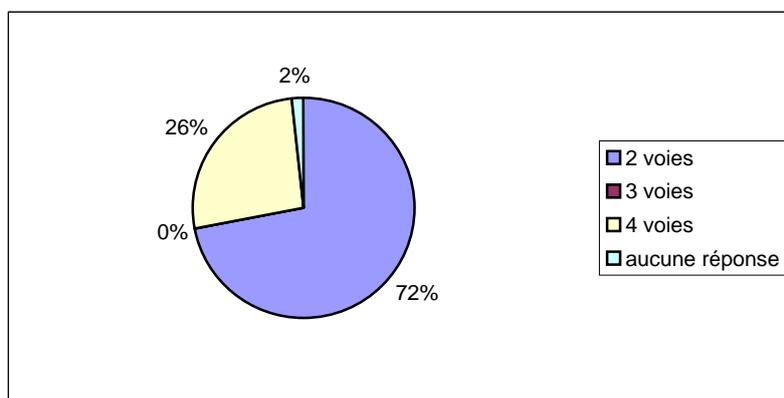


Figure 23 : Représentation des collisions observées entre Petits Mustélidés et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du nombre de voies de circulation de l'infrastructure sur le site de collision constaté.

La partie dédiée au renseignement sur le nombre de voie que comporte l'infrastructure à l'endroit de la collision a été renseignée dans 98 % des cas. 72 % des collisions entre les petits Mustélidés et les véhicules ont eu lieu sur une infrastructure bidirectionnelle (2X1 voies) et 26 % sur une deux fois deux voies (figure 23). Vu la taille de l'échantillon, il n'est pas possible de savoir si la répartition du nombre de collisions constatées suivant le nombre de voies de circulation de l'infrastructure est conforme à une distribution théoriquement attendue.

| Espèce | Phénologie | | | | | | Effet du nombre de voies | |
|--------------------------|---------------------------|---|---|----------------------------------|---|--|--|---|
| | Nb de collision recensées | Conformité distribution des collisions dans l'année (mois)/distribution théorique | Mois du pic de collisions(2010-2011) | Mois du pic de collisions (2011) | Mois du pic de collisions (2010) | similarité loi de distribution des collisions mensuelles 2010/2011 | conformité distribution des collisions suivant le nombre de voies/distribution théorique | effet de l'une de configuration étudié |
| Toutes espèces | 495 | Non conforme P<0.05 (Khi obs 144,9 ; Khi critique 19,67) | mars (P = 0,01), avril (P = 0,01), mai (P = 0,02) et juillet (P = 0,01) | avril (P = 0,01) | mars (P = 0,01), avril (P = 0,01), mai (P = 0,01) | non similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 0.648) | Non conforme P<0.05 (Khi obs 27,54 ; Khi critique 5,9) | Nbre de collisions sur 2 voies > valeur attendue (P = 0,01) |
| Renard | 168 | Non conforme P<0.05 (Khi obs 37,28 ; Khi critique 19,67) | juin (P=0,01) et juillet (P=0,01) | juillet (P = 0,01) | juin (P=0,03) et juillet (P=0,01) | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 0.929) | Non conforme P<0.05 (Khi obs 12,9 ; Khi critique 5,99) | Nbre de collisions sur 2 voies > valeur attendue (P = 0,01) |
| Blaireau | 104 | | février (P = 0,03), mars (P = 0,01), avril (P = 0,01), mai (P = 0,01) | | | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 0.961) | Non conforme P<0.05(Khi obs 9,52 ; Khi critique 5,99) | Nbre de collisions sur 2 voies > valeur attendue (P = 0,02) |
| Chevreuil | 68 | | avril (P=0,01) | | | non similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 0.583) | Conforme P<0.05 (Khi obs 0,31 ; Khi critique 5,99) | |
| Petits mustélidés | 56 | | | | | | | |

Données en trop faible quantité pour réaliser le test statistique

Figure 24 : Tableau récapitulatif des principaux résultats statistiques indiqués dans la partie « 3.1 Description des données ».

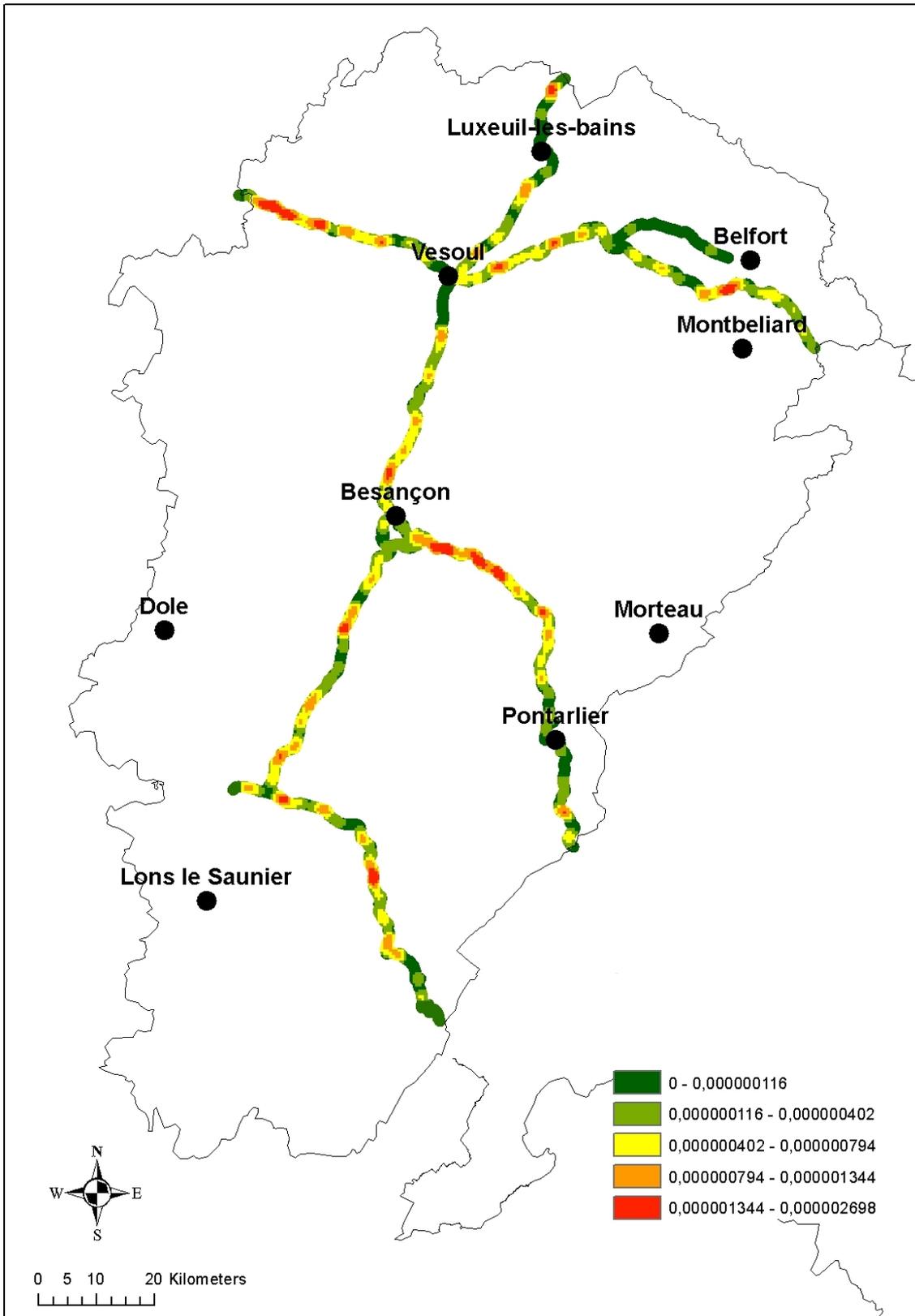


Figure 25 : Représentation cartographique de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et faune sauvage (toutes espèces confondues) sur le réseau des nationales de Franche-Comté (CISGT de Besançon).

3.2 Organisation spatiale des points de conflit

3.2.1 Toutes espèces confondues

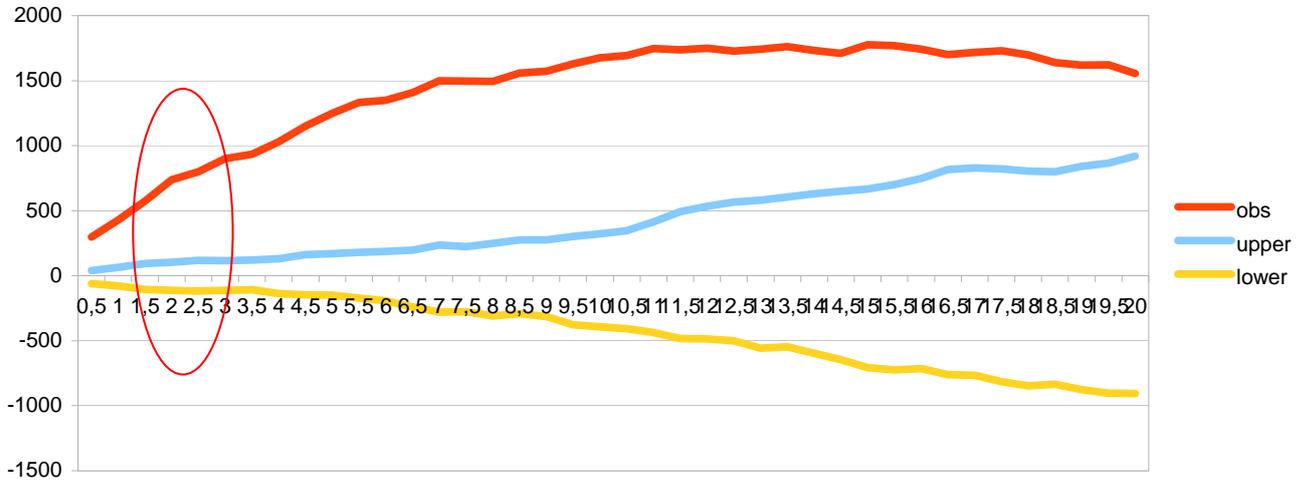


Figure 26 : Représentation graphique (fonction K de Ripley) de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et faune sauvage, toutes espèces confondues, sur le réseau de la DIR-est (CISGT de Besançon). Le cercle rouge indique la première inflexion à la hausse dans les valeurs observées.

Le test K de Ripley montre que les valeurs de $L(t)$ sont situées hors de l'intervalle de confiance de 95 % de l'hypothèse nulle pour l'ensemble des espèces observées (figure 26). Le résultat graphique montre une tendance à une organisation en agrégat des collisions entre faune sauvage et véhicules sur le réseau routier étudié. Les résultats du test K de Ripley nous indique une première inflexion à la hausse dans les valeurs observées qui marque le premier niveau d'observation à prendre en compte. Il se situe à 2 km pour l'ensemble des espèces observées.

Les résultats du test K de Ripley nous ont permis d'élaborer une cartographie de l'organisation des points de collisions entre l'ensemble des espèces observées et les véhicules. La largeur de la zone d'influence de chaque noyau correspond à la plus grande échelle à laquelle on observe une agrégation des points de collisions d'après la statistique K de Ripley. Elle a été définie à 2 km pour l'ensemble des espèces observées. Le pas de la grille produite par le logiciel durant le calcul a été paramétré à 500 m, ce qui correspond à une estimation de la précision des données. La cartographie (figure 25) présente une variation colorimétrique fonction de l'importance des collisions. La couleur rouge représente une forte densité d'accidents et donc les zones de conflits entre l'ensemble des espèces observées et le réseau routier. Cette cartographie indique plusieurs sites sur lesquels une réflexion serait à mener pour mieux caractériser le conflit et envisager des solutions de résorption.

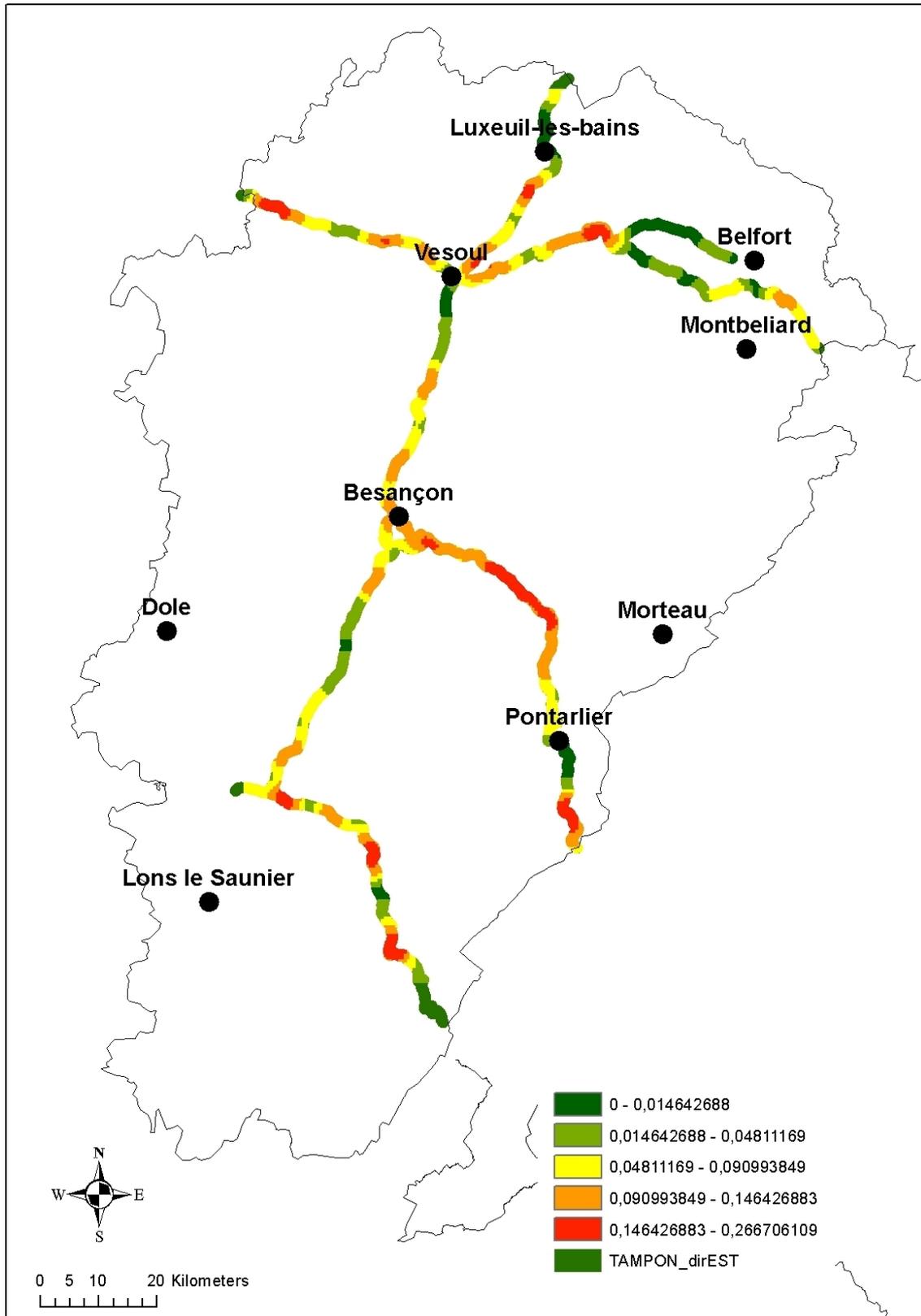


Figure 27 : Représentation cartographique de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et Renards sur le réseau des nationales de Franche-Comté (CISGT de Besançon).

3.2.2 Le Renard (*Vulpes vulpes*)

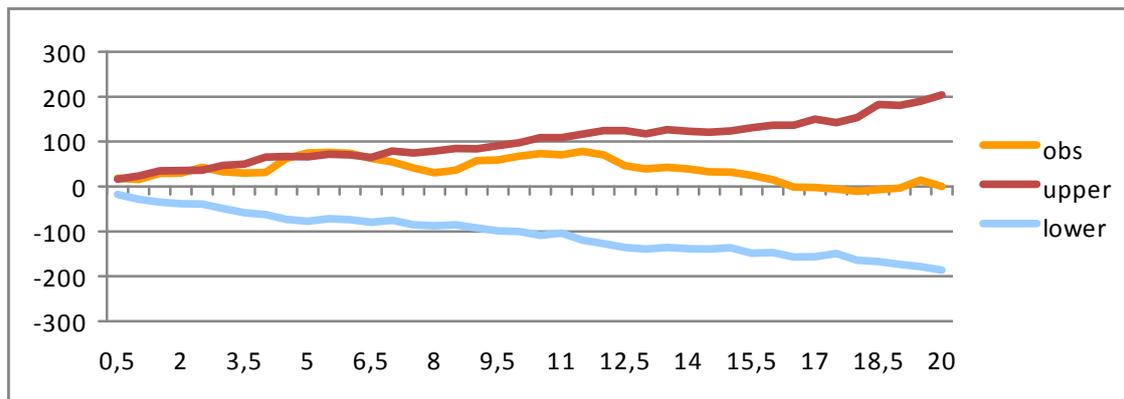


Figure 28 : Représentation graphique (fonction K de Ripley) de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et Renards, sur le réseau de la DIR-est (CISGT de Besançon).

Le test K de Ripley montre que les valeurs de $L(t)$ ne sont pas situées hors de l'intervalle de confiance de 95 % de l'hypothèse nulle pour le Renard (figure 28). Le résultat graphique montre une tendance à une organisation aléatoire des collisions entre véhicules et Renards sur le réseau routier étudié.

Les résultats du test K de Ripley nous ont permis d'éliminer le Renard de notre analyse puisque la répartition des collisions est aléatoire. Cependant pour illustrer ce résultat nous avons élaboré une cartographie de l'organisation spatiale des points de conflits grâce à la méthode du noyau (figure 27). Nous avons paramétré la largeur de la zone d'influence du noyau à 5 km, ce qui correspond à l'échelle à laquelle on observe une valeur très légèrement positive de la statistique K de Ripley. Le pas de la grille a été paramétré à 500 m, ce qui correspond à une estimation de la précision de la donnée. La cartographie produite (figure 27) est conforme à ce qu'indique le test K de Ripley, on ne distingue pas vraiment d'agrégats et donc de points de conflits.

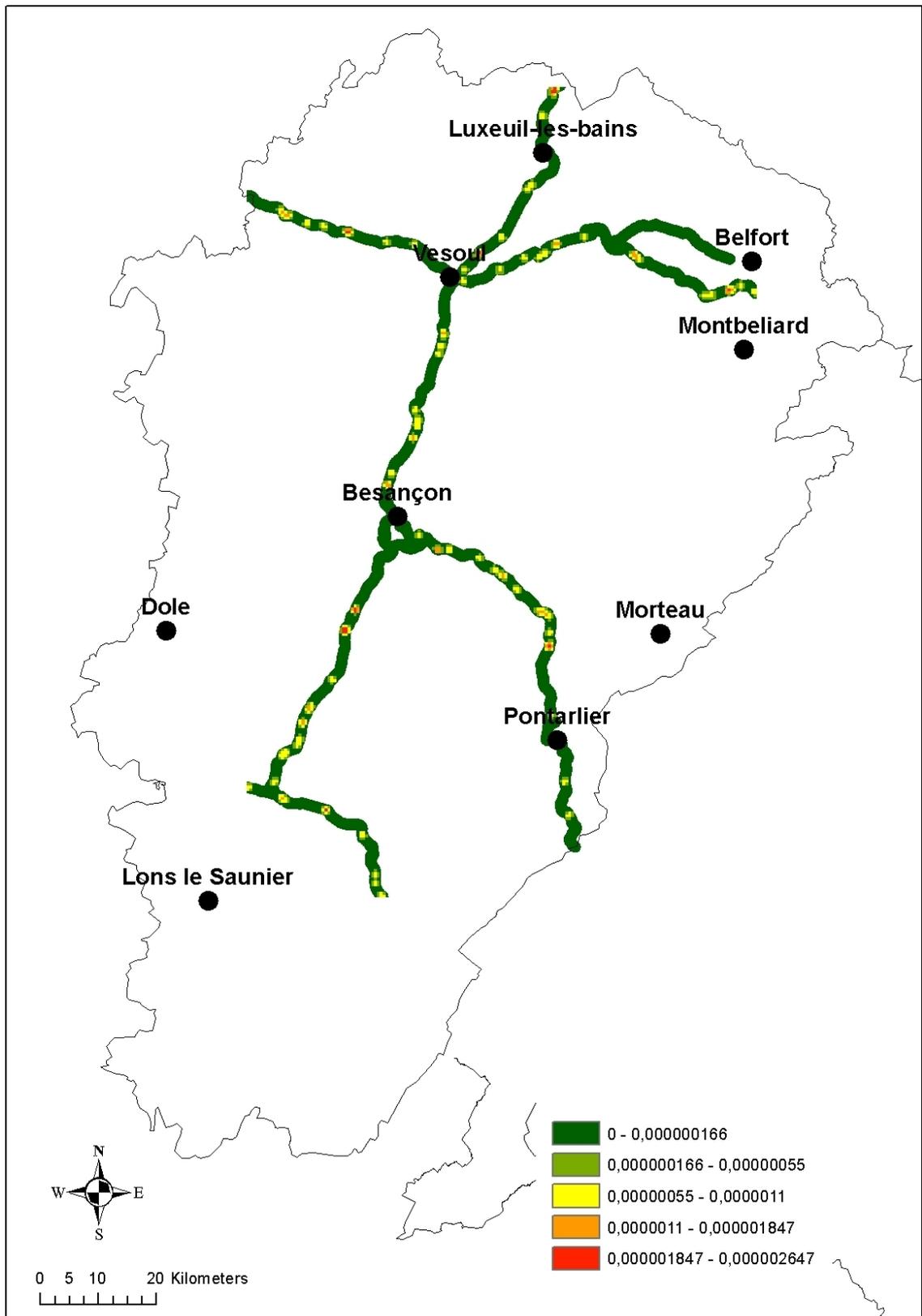


Figure 29 : Représentation cartographique de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et Blaireaux sur le réseau des nationales de Franche-Comté (CISGT de Besançon).

3.2.3 Le Blaireau (*Meles meles*)

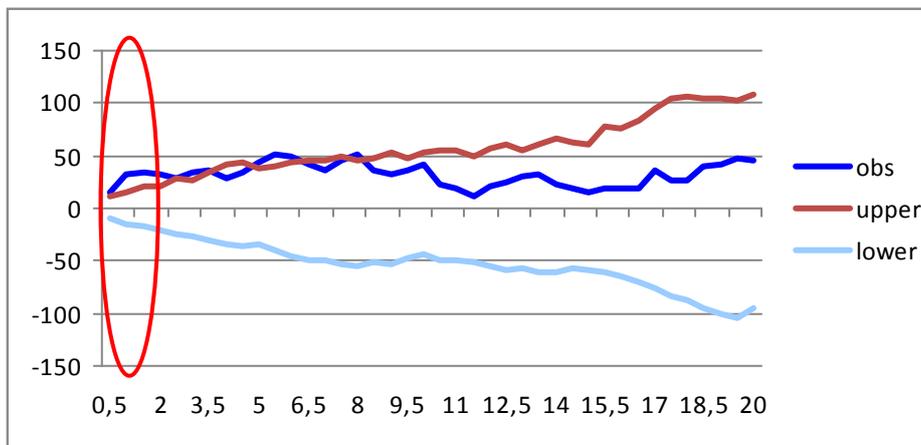


Figure 30 : Représentation graphique (fonction K de Ripley) de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et Blaireaux sur le réseau de la DIR-est (CISGT de Besançon). Le cercle rouge indique la première inflexion à la hausse dans les valeurs observées.

Le test K de Ripley montre que les valeurs de $L(t)$ sont positives et situées hors de l'intervalle de confiance de 95 % de l'hypothèse nulle pour le Blaireau (figure 30). Le résultat graphique montre donc une tendance à une organisation en agrégats des collisions entre Blaireaux et véhicules sur le réseau routier étudié. La première inflexion à la hausse dans les valeurs observées marque le premier niveau d'observation à prendre en compte. Il se situe à 1 km pour le Blaireau, un premier niveau d'analyse et d'action se situerait donc à cette échelle.

Les résultats du test K de Ripley nous ont permis d'élaborer une cartographie de l'organisation des points de collisions entre les Blaireaux et les véhicules. La largeur de la zone d'influence de chaque noyau correspond à la plus grande échelle à laquelle on observe une agrégation des points de collisions d'après la statistique K de Ripley. Elle a été définie à 1 km pour le Blaireau. Le pas de la grille produite par le logiciel durant le calcul a été paramétré à 500 m, ce qui correspond à une estimation de la précision des données. La cartographie (figure 29) présente une variation colorimétrique fonction de l'importance des collisions. La couleur rouge représente une forte densité d'accidents et donc les zones de conflits entre le Blaireau et le réseau routier. Cette cartographie indique plusieurs sites sur lesquels une réflexion serait à mener pour mieux caractériser le conflit et envisager des solutions de résorption du conflit.

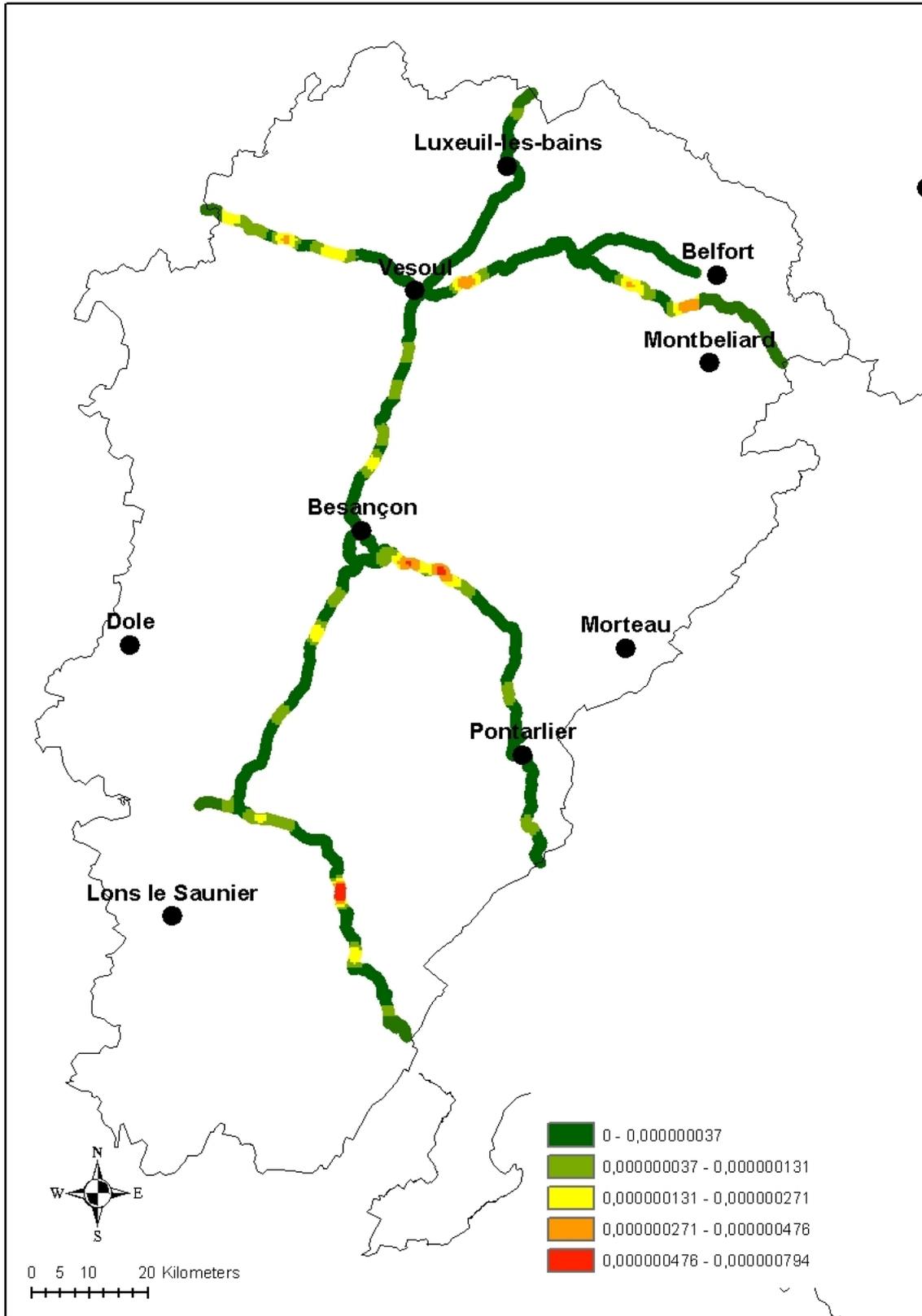


Figure 31 : Représentation cartographique de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et Chevreuils sur le réseau des nationales de Franche-Comté (CISGT de Besançon).

3.2.4 Le Chevreuil (*Capreolus capreolus*)

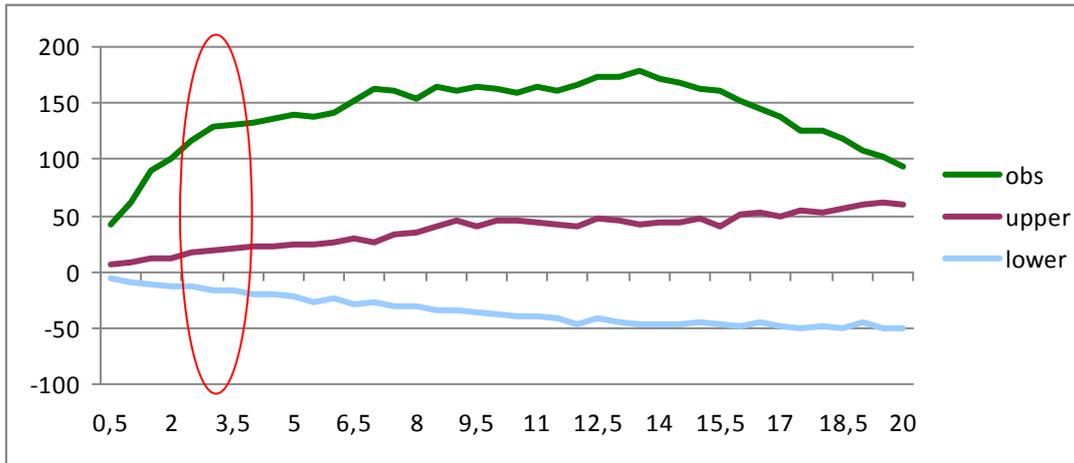


Figure 32 : Représentation graphique (fonction K de Ripley) de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et Chevreuils sur le réseau de la DIR-est (CISGT de Besançon). Le cercle rouge indique la première inflexion à la hausse dans les valeurs observées.

Le test K de Ripley montre que les valeurs de $L(t)$ sont positives et situées hors de l'intervalle de confiance de 95 % de l'hypothèse nulle pour le Chevreuil (figure 32). Le résultat graphique montre donc une tendance à une organisation en agrégats des collisions entre Chevreuils et véhicules sur le réseau routier étudié. La première inflexion à la hausse dans les valeurs observées marque le premier niveau d'observation à prendre en compte. Il se situe à 3 km pour le Chevreuil, un premier niveau d'analyse et d'action se situerait donc à cette échelle.

Les résultats du test K de Ripley nous ont permis d'élaborer une cartographie de l'organisation des points de collisions entre les Chevreuils et les véhicules. La largeur de la zone d'influence de chaque noyau correspond à la plus grande échelle à laquelle on observe une agrégation des points de collisions d'après la statistique K de Ripley. Elle a été définie à 3 km pour le Chevreuil. Le pas de la grille produite par le logiciel durant le calcul a été paramétré à 500 m, ce qui correspond à une estimation de la précision des données. La cartographie (figure 31) présente une variation colorimétrique fonction de l'importance des collisions. La couleur rouge représente une forte densité d'accidents et donc les zones de conflits entre le Chevreuil et le réseau routier. Cette cartographie indique plusieurs sites sur lesquels une réflexion serait à mener pour mieux caractériser le conflit et envisager des solutions de résorption du conflit.

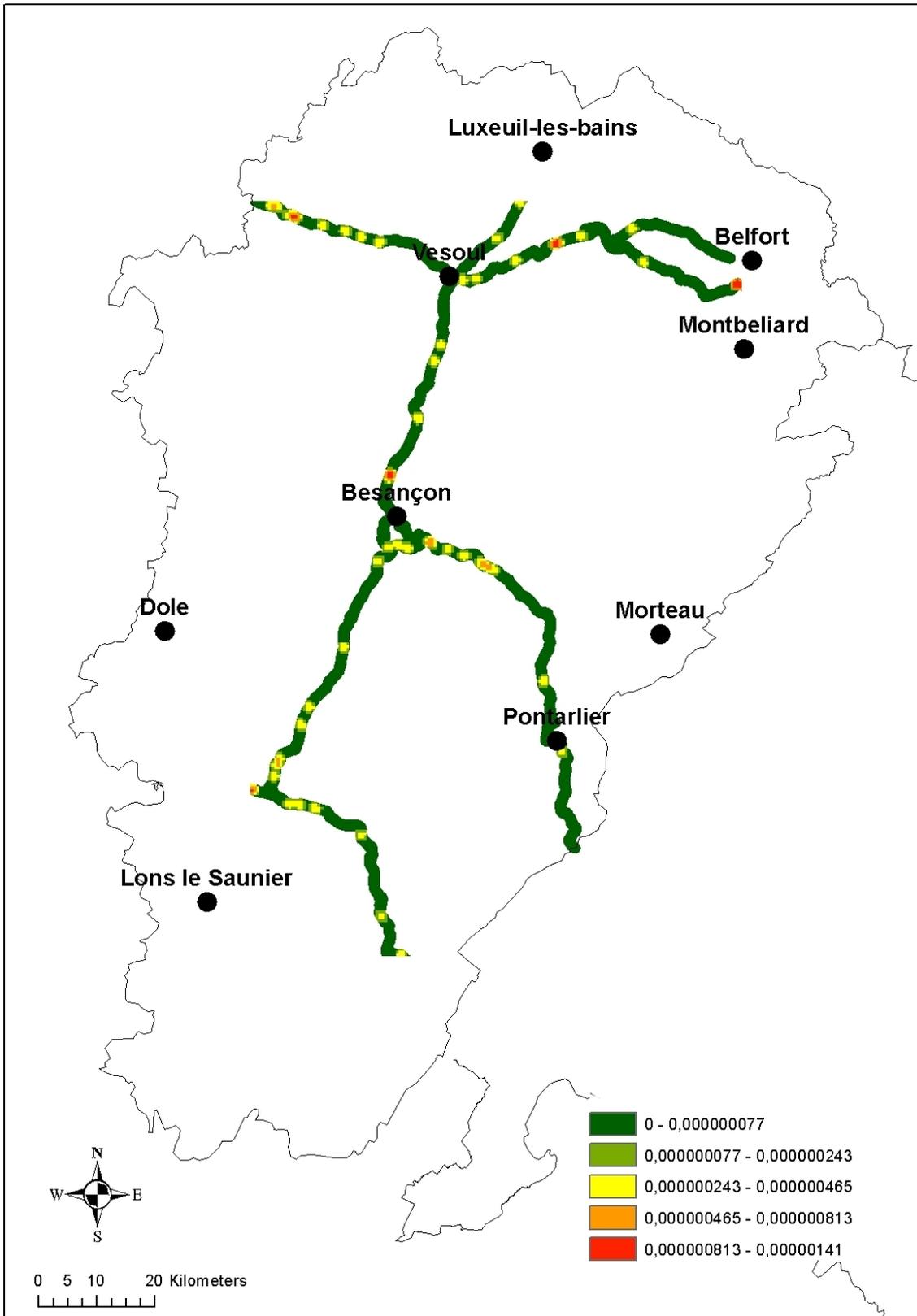


Figure 33 : Représentation cartographique de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et les petits Mustélidés sur le réseau des nationales de Franche-Comté (CISGT de Besançon).

3.2.5 Les petits Mustélidés

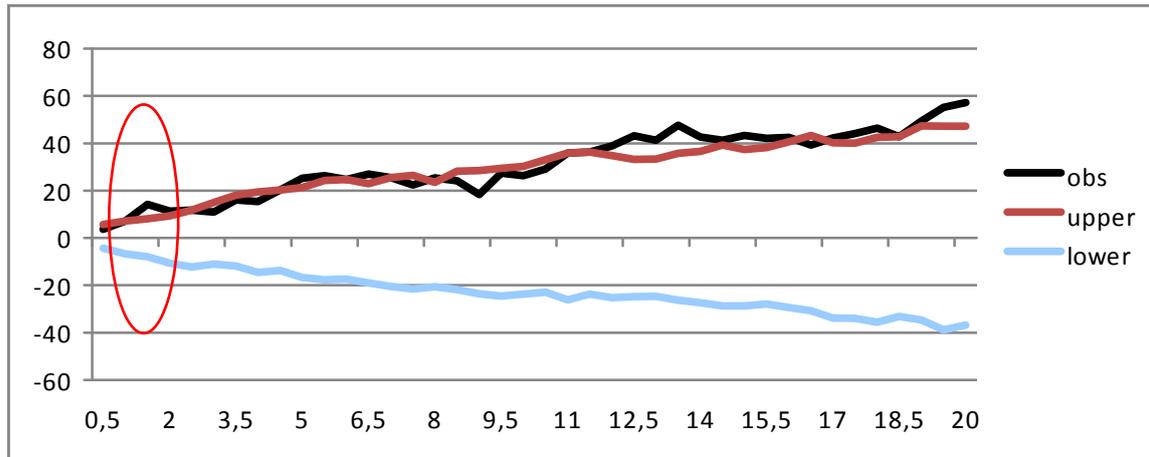


Figure 34 : Représentation graphique (fonction K de Ripley) de l'organisation spatiale des points de collisions entre véhicules et les petits Mustélidés sur le réseau de la DIR-est (CISGT de Besançon). Le cercle rouge indique la première inflexion à la hausse dans les valeurs observées.

Le test K de Ripley montre que les valeurs de $L(t)$ sont positives et situées hors de l'intervalle de confiance de 95 % de l'hypothèse nulle pour les petits Mustélidés (figure 34). Le résultat graphique montre donc une tendance à une organisation en agrégats des collisions entre petits Mustélidés et véhicules sur le réseau routier étudié. La première inflexion à la hausse dans les valeurs observées marque le premier niveau d'observation à prendre en compte. Il se situe à 1,5 km pour les petits Mustélidés, un premier niveau d'analyse et d'action se situerait donc à cette échelle.

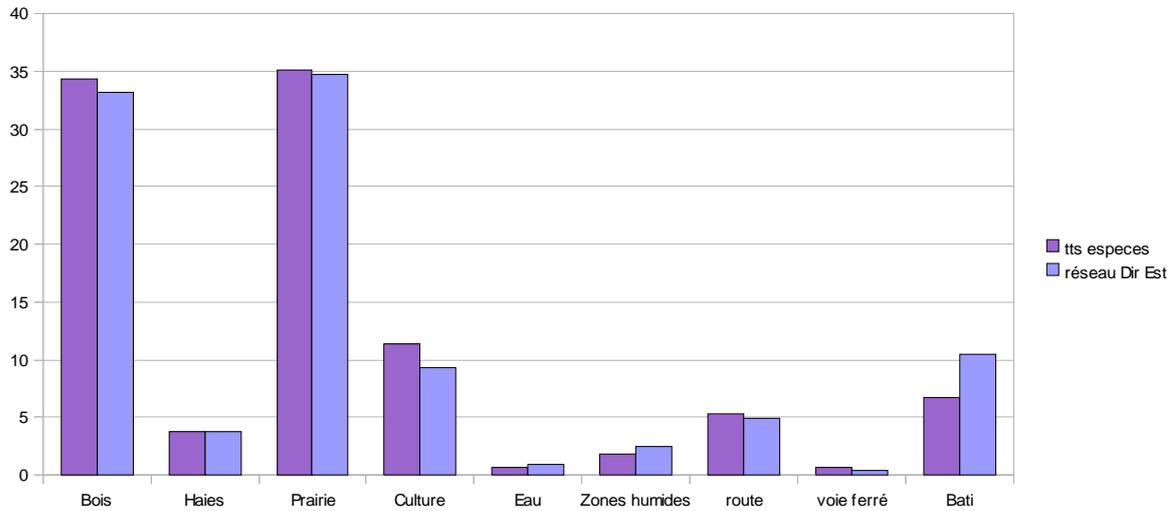
Les résultats du test K de Ripley nous ont permis d'élaborer une cartographie de l'organisation des points de collisions entre les petits Mustélidés et les véhicules. La largeur de la zone d'influence de chaque noyau correspond à la plus grande échelle à laquelle on observe une agrégation des points de collisions d'après la statistique K de Ripley. Elle a été définie à 1,5 km pour les petits Mustélidés. Le pas de la grille produite par le logiciel durant le calcul a été paramétré à 500 m, ce qui correspond à une estimation de la précision des données. La cartographie (figure 33) présente une variation colorimétrique fonction de l'importance des collisions. La couleur rouge représente une forte densité d'accidents et donc les zones de conflits entre les petits Mustélidés et le réseau routier. Cette cartographie indique plusieurs sites sur lesquels une réflexion serait à mener pour mieux caractériser le conflit et envisager des solutions de résorption du conflit.

| Espèce | Nb de collision recensées | Type d'organisation des collisions le long du réseau routier | première inflexion à la hausse = premier niveau d'analyse |
|--------------------------|----------------------------------|---|--|
| Toutes espèces | 495 | En agrégat | 2 km |
| Renard | 168 | Aléatoire | sans |
| Blaireau | 104 | En agrégat | 1 km |
| Chevreuril | 68 | En agrégat | 3 km |
| Petits mustélidés | 56 | En agrégat | 1,5 km |

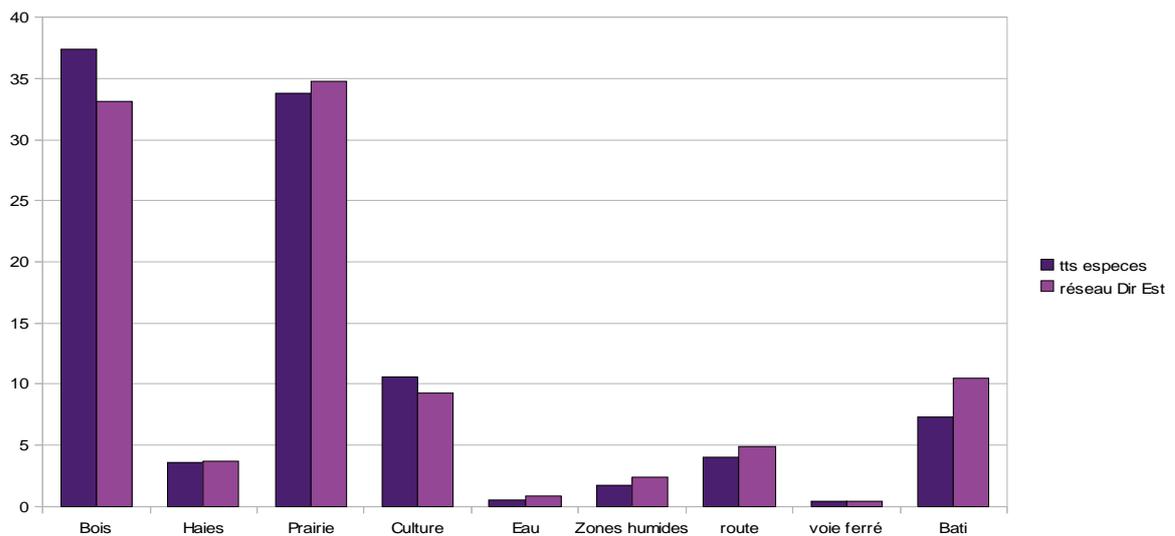
Figure 35 : Tableau récapitulatif des principaux résultats statistiques obtenus développé dans la partie « 3.2 Organisation spatiale des points de conflit ».

3.3 Etude de l'occupation du sol à proximité des collisions par analyse spatiale

3.3.1 Toutes espèces confondues



a)



b)

Figure 36 : Représentation de la part des collisions observées par analyse spatiale entre l'ensemble des espèces et les véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté et mis en regard de la répartition de l'occupation du sol le long du réseau routier géré par la DIR Est. a) analyse à 500 m autour de la zone de collision, b) analyse à 1 km de la zone de collision.

La répartition des parts d'occupation du sol situé à proximité des collisions entre l'ensemble des espèces et les véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est suit la même loi de distribution (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 1$, $D = 0,11$). Ce résultat est vrai pour les deux distances testées : rayon de 500 m et de 1000 m.

Afin de comparer statistiquement la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre l'ensemble des espèces et les véhicules et dans un rayon de 500 m autour du réseau routier géré par la DIR Est, les parts d'occupation du sols initialement définies ont été regroupées de la sorte : milieux boisés (bois et haies), milieux de cultures, milieux de prairies, milieux urbains et infrastructures linéaires de transport (routes et voies ferrées). Les zones en eaux et les zones humides ont été sorties de l'analyse pour des raisons de trop petite représentation statistique. Cet assemblage a été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

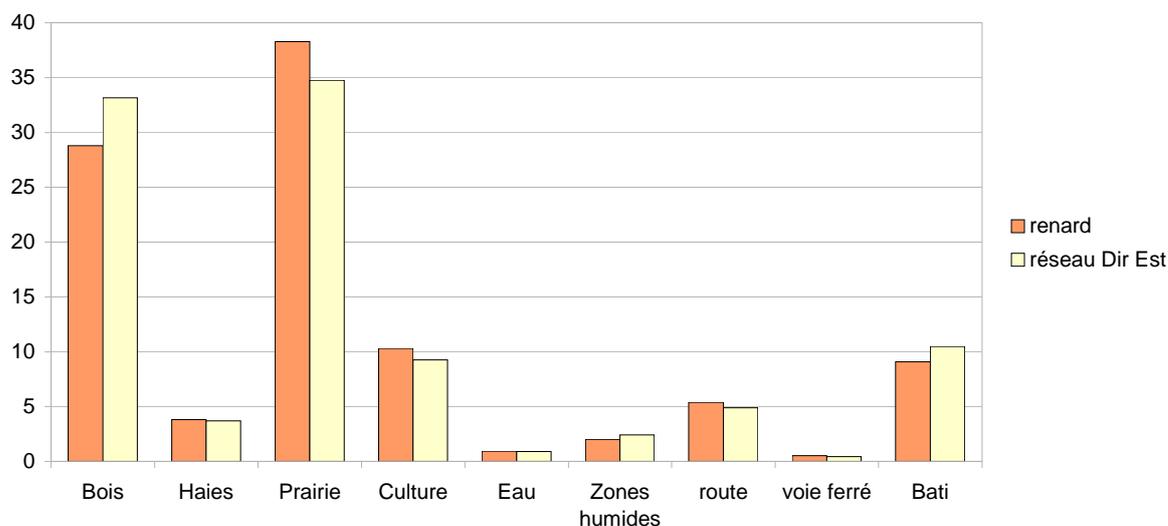
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre l'ensemble des espèces et les véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

Une analyse semblable à la précédente a été effectuée dans un rayon de 1000 m autour des collisions observées entre l'ensemble des espèces et les véhicules et dans un rayon de 1000 m autour du réseau routier géré par la DIR Est. Les parts d'occupation du sols ont été regroupées de la sorte : milieux agricoles (prairies et cultures), milieux boisés (bois et haies), milieux urbains et une dernière classe qui regroupe l'ensemble des autres milieux. Cet assemblage a également été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

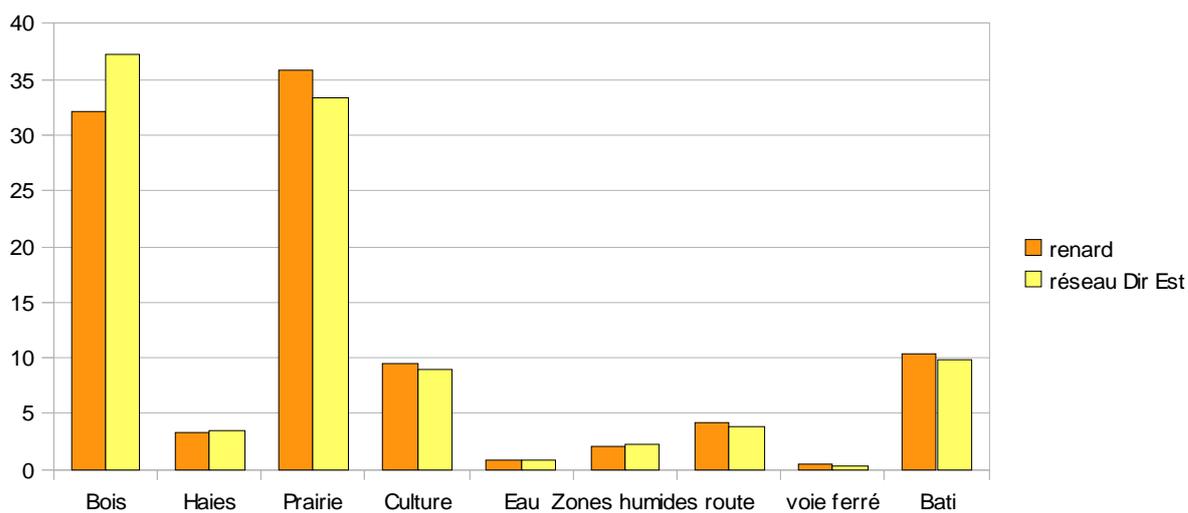
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 1000 m autour des collisions entre l'ensemble des espèces et les véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

La majorité des collisions ont eu lieu à proximité d'un milieu forestier (34,4 % - 37,4 %), d'une prairie (35,1 % - 33,9 %) ou d'une zone de culture (11,3 % - 10,6 %) (Figure 36).

3.3.2 Le Renard (*Vulpes vulpes*)



a)



b)

Figure 37 : Représentation des collisions observées par analyse spatiale entre Renards et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté et mis en regard de la répartition de l'occupation du sol le long du réseau routier géré par la DIR Est. a) analyse à 500 m autour de la zone de collision, b) analyse à 1 km de la zone de collision.

La répartition des parts d'occupation du sol situé à proximité des collisions entre Renards et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est suit la même loi de distribution (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 1$, $D = 0,11$). Ce résultat est vrai pour les deux distances testées : rayon de 500 m et de 1000 m.

Afin de comparer statistiquement la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre les Renards et les véhicules et dans un rayon de 500 m autour du réseau routier géré par la DIR Est, les parts d'occupation du sols initialement définies ont été regroupées de la sorte : milieux boisés (bois et haies), milieux de cultures,

milieux de prairies, milieux urbains et infrastructures linéaires de transport (routes et voies ferrées). Les zones en eaux et les zones humides ont été sorties de l'analyse pour des raisons de trop petite représentation statistique. Cet assemblage a été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

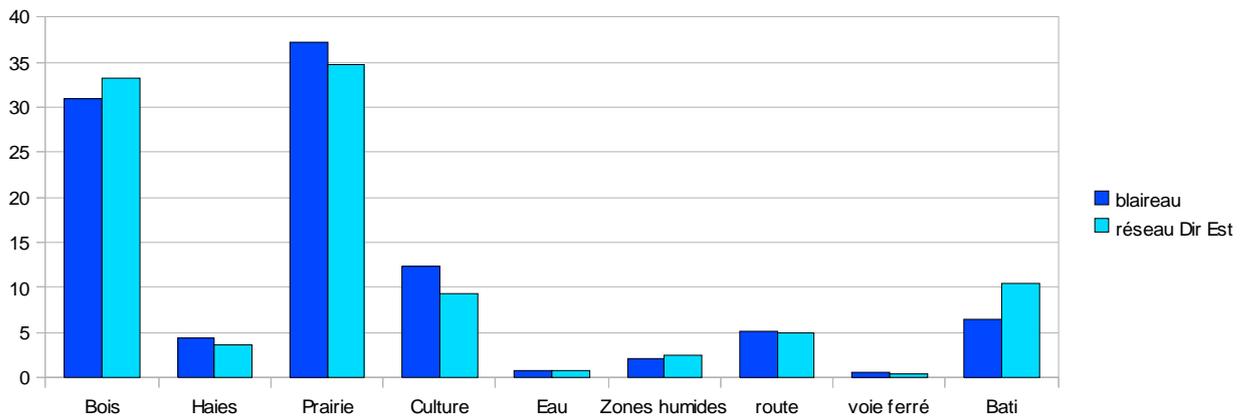
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre Renards et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

Une analyse semblable à la précédente a été effectuée dans un rayon de 1000 m autour des collisions observées entre les Renards et les véhicules et dans un rayon de 1000 m autour du réseau routier géré par la DIR Est. Les parts d'occupation du sols ont été regroupées de la sorte : milieux agricoles (prairies et cultures), milieux boisés (bois et haies), milieux urbains et une dernière classe qui regroupe l'ensemble des autres milieux. Cet assemblage a également été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

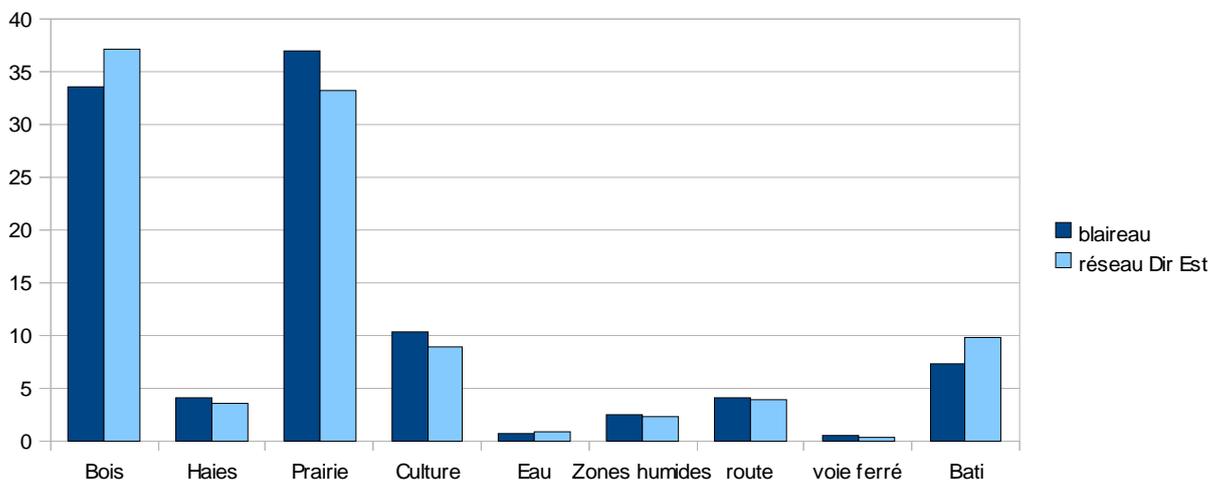
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 1000 m autour des collisions entre Renards et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

Les collisions entre les Renards et les véhicules ont été observées en milieu prairial (38,3-35,8 %), forestier (25,8-32,1 %), de culture (10,3-9,5 %) et en zone bâtie (9,1-10,3 %) (Figure 37).

3.3.2 Le Blaireau (*Meles meles*)



a)



b)

Figure 38 : Représentation des collisions observées par analyse spatiale entre Blaireaux et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté et mis en regard de la répartition de l'occupation du sol le long du réseau routier géré par la DIR Est. a) analyse à 500 m autour de la zone de collision, b) analyse à 1 km de la zone de collision.

La répartition des parts d'occupation du sol situé à proximité des collisions entre Blaireaux et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est suit la même loi de distribution (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 1$, $D = 0,11$ pour l'analyse à 500 m et $P = 0,96$, $D = 0,22$ pour l'analyse à 1000 m).

Afin de comparer statistiquement la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre les Blaireaux et les véhicules et dans un rayon de 500 m autour du réseau routier géré par la DIR Est, les parts d'occupation du sols initialement définies ont été regroupées de la sorte : milieux boisés (bois et haies), milieux de cultures, milieux de prairies, milieux urbains et infrastructures linéaires de transport (routes et voies ferrées). Les zones en eaux et les zones humides ont été sorties de l'analyse pour des raisons de trop petite représentation statistique. Cet assemblage a été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

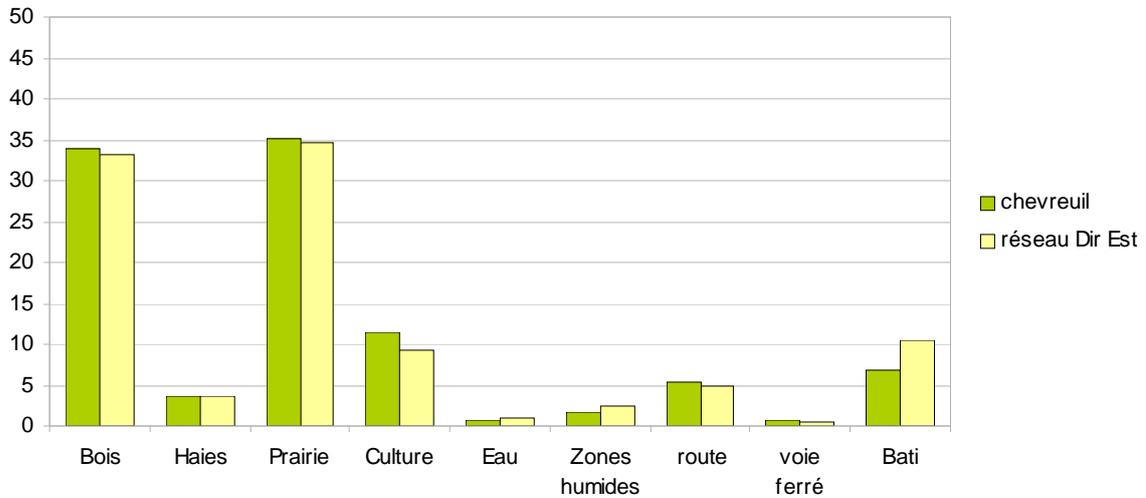
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre Blaireaux et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

Une analyse semblable à la précédente a été effectuée dans un rayon de 1000 m autour des collisions observées entre les Blaireaux et les véhicules et dans un rayon de 1000 m autour du réseau routier géré par la DIR Est. Les parts d'occupation du sol ont été regroupées de la sorte : milieux agricoles (prairies et cultures), milieux boisés (bois et haies), milieux urbains et une dernière classe qui regroupe l'ensemble des autres milieux. Cet assemblage a également été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

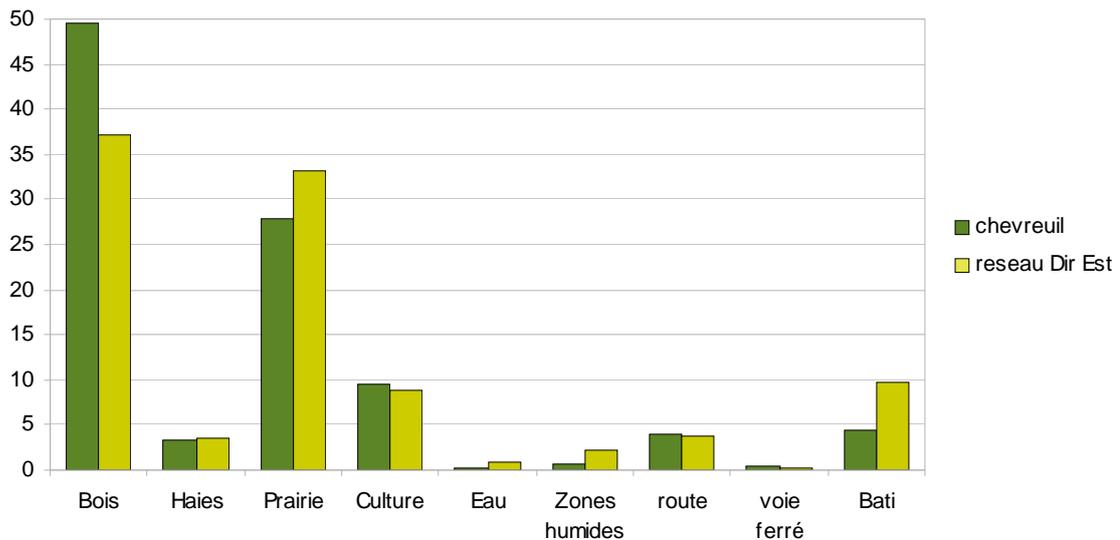
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 1000 m autour des collisions entre Blaireaux et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

La plus grande partie des collisions observées a eu lieu dans un milieu prairial (37,2-36,7 %), forestier (30,9-33,6 %) et de culture (12,3-10,4 %) (Figure 38).

3.3.2 Le Chevreuil (*Capreolus capreolus*)



a)



b)

Figure 39 : Représentation des collisions observées par analyse spatiale entre Chevreuils et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté et mis en regard de la répartition de l'occupation du sol le long du réseau routier géré par la DIR Est a) analyse à 500 m autour de la zone de collision, b) analyse à 1 km de la zone de collision.

La répartition des parts d'occupation du sol situé à proximité des collisions entre Chevreuils et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est suit la même loi de distribution (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 1$, $D = 0,11$ pour l'analyse à 500 m et $P = 0,96$, $D = 0,22$ pour l'analyse à 1000 m).

Afin de comparer statistiquement la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre les Chevreuils et les véhicules et dans un rayon de 500 m autour du réseau routier géré par la DIR Est, les parts d'occupation du sols initialement

définies ont été regroupées de la sorte : milieux boisés (bois et haies), milieux de cultures, milieux de prairies, milieux urbains et infrastructures linéaires de transport (routes et voies ferrées). Les zones en eaux et les zones humides ont été sorties de l'analyse pour des raisons de trop petite représentation statistique. Cet assemblage a été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

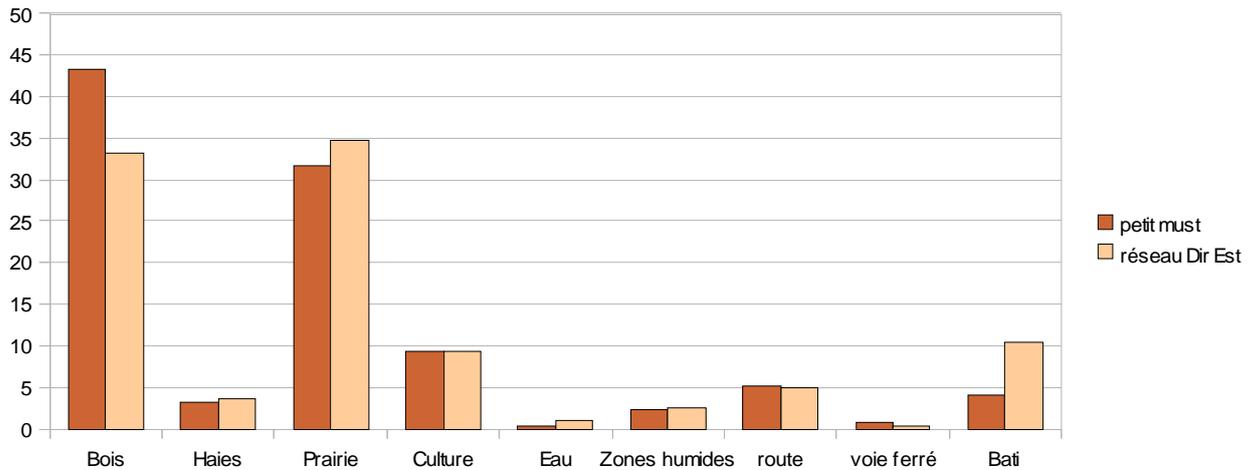
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre Chevreuils et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

Une analyse semblable à la précédente a été effectuée dans un rayon de 1000 m autour des collisions observées entre les Chevreuils et les véhicules et dans un rayon de 1000 m autour du réseau routier géré par la DIR Est. Les parts d'occupation du sols ont été regroupées de la sorte : milieux agricoles (prairies et cultures), milieux boisés (bois et haies), milieux urbains et une dernière classe qui regroupe l'ensemble des autres milieux. Cet assemblage a également été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

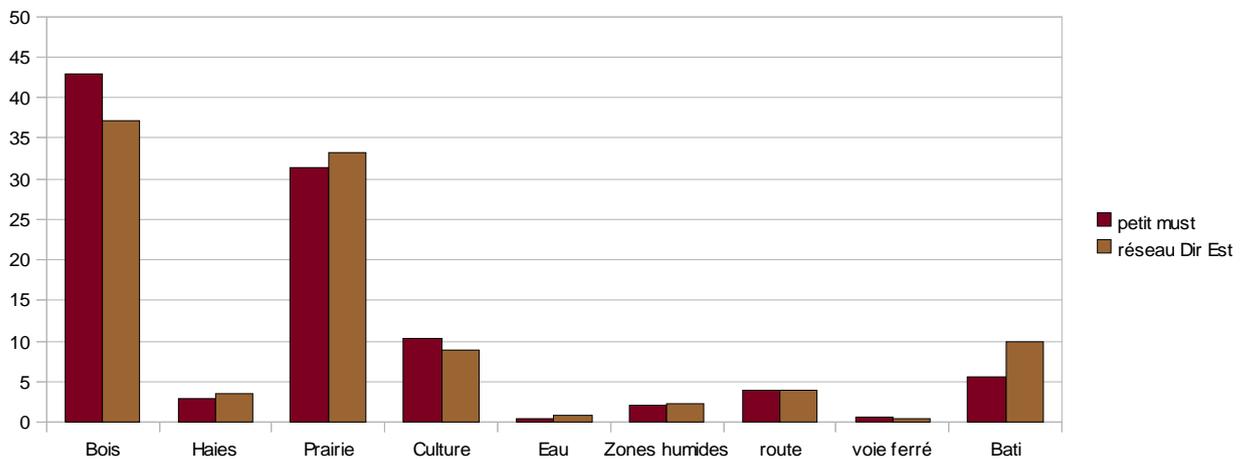
On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 1000 m autour des collisions entre Chevreuils et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

A 500 m, l'analyse indique que la grande majorité des collisions observées ont eu lieu dans un milieu prairial (35,2 %) suivi de près par le milieu forestier (34 %), puis en milieu de culture (11,4 %). A 1000 m, l'analyse indique que la grande majorité des collisions observées ont eu lieu dans un milieu forestier (49,6 %) suivi de plus loin par le milieu prairial (35,2 %), puis en milieu de culture (9,5 %) (Figure 39). La différence entre la surface forestière proche du lieu de collision (rayon de 1000 m) est significativement plus importante que ce qui est attendue ($P < 0,05$).

3.3.2 Les petits Mustélidés



a)



b)

Figure 40 : Représentation des collisions observées par analyse spatiale entre petits Mustélidés et véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011 en fonction du type de milieu situé à proximité du site de collision constaté et mis en regard de la répartition de l'occupation du sol le long du réseau routier géré par la DIR Est. a) analyse à 500 m autour de la zone de collision, b) analyse à 1 km de la zone de collision.

La répartition des parts d'occupation du sol situé à proximité des collisions entre petits Mustélidés et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est suit la même loi de distribution (test de Kolmogorov-Smirnov ; $P = 1$, $D = 0,11$). Ce résultat est vrai pour les deux distances testées : rayon de 500 m et de 1000 m.

Afin de comparer statistiquement la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre les petits Mustélidés et les véhicules et dans un rayon de 500 m autour du réseau routier géré par la DIR Est, les parts d'occupation du sols initialement définies ont été regroupées de la sorte : milieux boisés (bois et haies), milieux de cultures, milieux de prairies, milieux urbains et infrastructures linéaires de transport (routes et voies ferrées). Les zones en eaux et les zones humides ont été sorties de l'analyse pour des raisons de trop petite représentation statistique. Cet assemblage a été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 500 m autour des collisions entre petits Mustélidés et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

Une analyse semblable à la précédente a été effectuée dans un rayon de 1000 m autour des collisions observées entre les petits Mustélidés et les véhicules et dans un rayon de 1000 m autour du réseau routier géré par la DIR Est. Les parts d'occupation du sol ont été regroupées de la sorte : milieux agricoles (prairies et cultures), milieux boisés (bois et haies), milieux urbains et une dernière classe qui regroupe l'ensemble des autres milieux. Cet assemblage a également été comparé à une distribution de référence constituée du même assemblage de milieux sur le réseau de la DIR Est.

On n'observe pas de différence significative dans la distribution des parts d'occupation du sol situé dans un rayon de 1000 m autour des collisions entre petits Mustélidés et véhicules et le long du réseau routier géré par la DIR Est (test du Khi2 ; $P > 0,05$).

La plupart des collisions observées entre petits Mustélidés et véhicules ont eu lieu dans un milieu forestier (43,2-42,9 %), puis en milieu prairial (31,7-31,4 %) et en milieu de culture (9,4-10,4 %) (Figure 40). La différence entre la surface forestière proche du lieu de collision (analyse à 500 m) est significativement plus importante que ce qui est attendue ($P < 0,05$).

| Espèce | Nb de collision recensées | similarité loi de distribution des collisions par catégorie de milieu esp/réseau de la DIR Est | conformité distribution des collisions suivant le classes d'occupation du sol milieu boisé (forêt+haie), prairie, culture, milieu bâti et linéaire de transport/distribution théorique (reseau DIR est) à 500 m | conformité distribution des collisions suivant le classes d'occupation du sol milieu boisé (forêt+haie), prairie, culture, milieu bâti et autres milieux/distribution théorique (reseau DIR est) à 1000 m | effet de l'un des milieux de l'étude à 500 m et 1000 m |
|--------------------------|----------------------------------|--|--|--|---|
| Toutes espèces | 495 | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 1) à 500 et 1000 m | Conforme à P<0.05 (Khi obs 1,88 ; Khi critique 9,49) | Conforme P<0.05 (Khi obs 0,79 ; Khi critique 9,49) | aucun à P<0,05 |
| Renard | 168 | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 1) à 500 et 1000 m | Conforme à P<0.05 (Khi obs 2,49 ; Khi critique 9,49) | Conforme P<0.05 (Khi obs 2,07 ; Khi critique 9,49) | aucun à P<0,05 |
| Blaireau | 104 | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 1) à 500 et (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 0,96) à 1000 m | Conforme à P<0.05 (Khi obs 2,73 ; Khi critique 9,49) | Conforme P<0.05 (Khi obs 1,55 ; Khi critique 9,49) | aucun à P<0,05 |
| Chevreuil | 68 | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 1) à 500 et (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 0,96) à 1000 m | Conforme à P<0.05 (Khi obs 1,86 ; Khi critique 9,49) | Conforme P<0.05 (Khi obs 8,08 ; Khi critique 9,49) | surface forestière proche de la collision > valeur attendue (P = 0,01) analyse à 1000 m |
| Petits mustélidés | 56 | similaire (test de Kolmogorov-Smirnov ; P = 1) à 500 et 1000 m | Conforme à P<0.05 (Khi obs 6,70 ; Khi critique 9,49) à 500 m | Conforme P<0.05 (Khi obs 2,96 ; Khi critique 9,49) | surface forestière proche de la collision > valeur attendue (P = 0,02) analyse à 500 m |

Figure 41 : Tableau récapitulatif des principaux résultats statistiques indiqués dans la partie « 3.3 Etude de l'occupation du sol à proximité des collisions par analyse spatiale ».

4/ Discussion

4.1/ Pression d'échantillonnage et mise en oeuvre du protocole

Dans le cadre de leurs activités notamment d'entretien du réseau, les agents de la DIR Est de Franche-Comté parcourent tous les jours de la semaine l'ensemble du réseau. Seul le nombre d'agents composant les patrouilles quotidiennes varie de 1 (Charmes et Franois) à 2. Les CEI de Charmes et Franois et Remiremont effectuent également des patrouilles le week end.

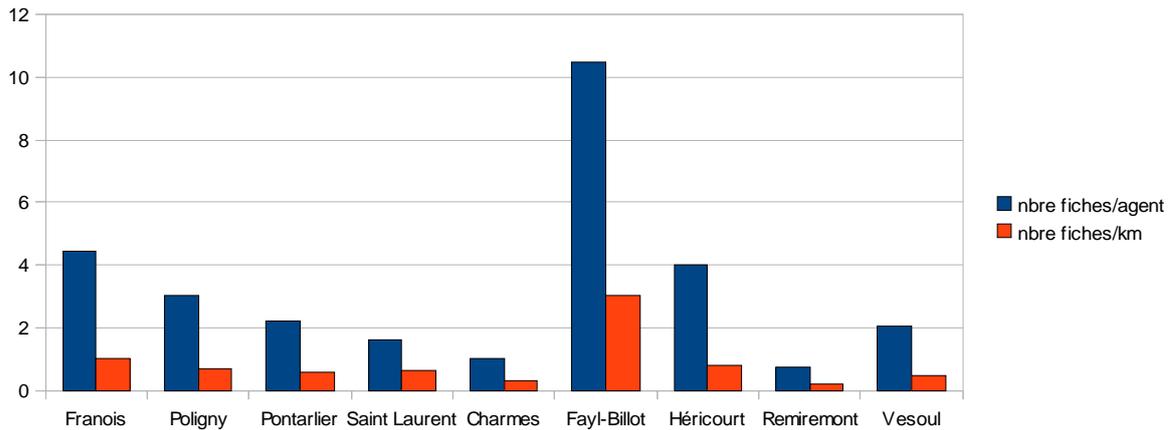


Figure 42 : Représentation du nombre de fiches collisions transmises par agent et du nombre de fiches collisions transmises par km pour chaque Centre d'Entretien et d'Exploitation (CEI) de la DIR Est concerné par l'étude pour 2010-2011.

Si la pression d'échantillonnage est relativement constante et uniforme, le nombre de fiches produites par chaque CEI est variable (figure 42). Le CEI de Fay-Billot apporte proportionnellement au nombre d'agents et de km, plus d'informations que les autres CEI. Les causes peuvent être variées : motivation importante des agents ou importante problématique de mortalité animale.

Concernant la mise en œuvre du protocole et son appropriation par les agents nous n'avons pas observé de réelles oppositions. Cependant les agents sont souvent trop peu informés sur le protocole, les outils qui l'accompagne, les objectifs et les résultats. Un effort de communication est nécessaire pour pérenniser et assurer le bon fonctionnement du projet.

4.2 Description des données

4.2.1 Toutes espèces confondues

Les agents de la DIR Est en charge de l'entretien du réseau routier national de Franche-comté ont observé 495 collisions entre janvier 2010 et décembre 2011 sur l'ensemble du réseau. Cette base de données est à notre connaissance l'une des plus importantes établie en France dans le cadre d'un protocole d'acquisition d'informations normalisées sur les collisions entre la faune et les véhicules devant permettre de localiser des points de conflits. Le pic de collisions observé en mars, avril, mai est en accord avec la biologie de nombreuses espèces de mammifères. En effet, pour de nombreuses espèces, le printemps est une période de forte activité liée notamment à la reproduction (Clevenger *et al.*, 2003 ; Vanpeene Brunier

& Dalban Canassy, 2006). Le pic de collisions observé en Juillet est certainement du au grand nombre de collisions véhicules/Renards observées a ce moment de l'année et abordé plus loin.

La différence entre les schémas de répartition des collisions mensuelles entre 2010 et 2011 peut s'expliquer par de nombreux facteurs certainement cumulés : le climat influençant ainsi le déplacement des animaux mais aussi la mobilisation des agents (attention portée sur l'entretien des routes). En effet, d'après météo France, le mois de novembre 2010 est particulièrement arrosé et neigeux, d'abord très doux puis froid et peu ensoleillé alors que le mois de novembre 2011 a été très peu pluvieux, très bien ensoleillé et extrêmement doux dans le Doubs. Peut-être également qu'il a fallu un certains temps aux agents pour se familiariser avec le protocole.

A propos des espèces concernées

Intuitivement lorsque l'on parle de collisions, les acteurs parlent de Renards, de Blaireaux mais également de petits Mustélidés et de Hérissons. En accord donc avec la bibliographie et les acteurs, il n'est pas étonnant que le Renard (*Vulpes vulpes*) ainsi que le Blaireau (*Meles meles*) comptabilisent à eux deux plus de 55% des observations. En effet, ces deux espèces sont connues pour payer un lourd tribut sur les routes (FNE, 2008 ; Vanpeene Brunier & Dalban Canassy, 2006). Par ailleurs, les cadavres de ces espèces de forte corpulence sont facilement observables et identifiables le long des routes. On pourrait s'étonner à l'inverse du peu de représentativité de petits Mustélidés, de Hérissons ou encore de rapaces nocturnes. Peut-être est-ce là une des limites de la méthode. En effet les agents d'entretien des routes n'ont pas pour objectif premier le recensement des collisions mais la sécurité des usagers, ajouté à cela la vitesse de circulation, on comprend que certaines espèces soient plus facilement identifiables que d'autres.

Milieus et localisation des points de conflits toutes espèces confondues

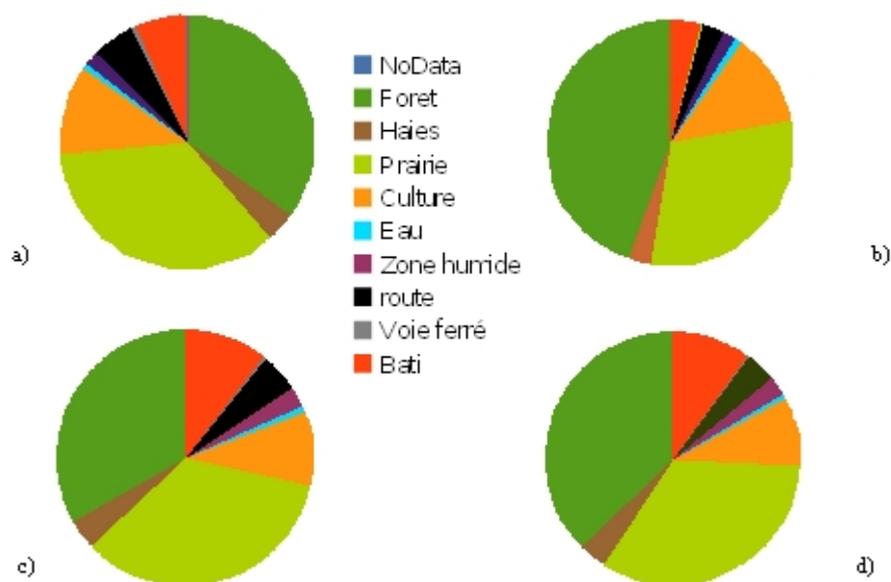


Figure 43 : a) Part des différents types d'occupation du sol situés dans un rayon de 500 m autour des collisions observées par analyse spatiale entre la faune et les véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011. b) Part de ces mêmes classes d'occupation du sol en Franche-Comté,

c) à 500m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté et d) à 1000m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté.

Les résultats concernant la répartition des collisions entre la faune observée et les véhicules à proximité de différents types de milieux étudiés issus de l'analyse spatiale et des fiches collisions suivent globalement la même répartition (Test de Kolmogorov Smirnov ; $P=0.80$). Il est par ailleurs intéressant de noter que cette distribution tend à refléter la répartition de ces mêmes milieux autour du réseau de la DIR Est (dans un rayon de 500 et 1000 m) (Test de Kolmogorov Smirnov ; $P=1$) et en Franche Comté (Test de Kolmogorov Smirnov ; $P=0,96$) (figure 43).

Ces résultats nous permettent de déduire que :

soit le type d'occupation du sol proche de la collision n'a aucune influence sur la récurrence des collisions,

soit il n'est pas possible de réfléchir quant à l'influence de l'occupation du sol comme facteur explicatif des points de conflits entre les véhicules et l'ensemble des espèces étudiées.

D'une façon générale il est important de noter que toute espèce possède des traits de vie qui lui sont propres. Certaines associations d'espèces possédant des traits de vie proches (notamment lié aux déplacements) sont possibles mais il conviendra de **privilégier l'approche spécifique**.

Puisque les résultats issus des analyses spatiales et ceux issus du traitement des fiches « collisions » suivent le même schéma nous pouvons supposer que **l'information concernant le type d'occupation du sol issue de ce protocole est relativement fiable**. On note cependant dans cette analyse mais également pour toutes les analyses spécifiques un écart, suivant la méthode, entre les parts d'occupation du sol qui sont occupées par la prairie et les cultures. D'une façon générale soit les observateurs ont sous-estimé la part de prairie et sur-estimé la part de culture, soit cette même erreur provient de l'analyse spatiale qui a permis de réaliser des classes d'occupation du sol. Ceci s'explique peut-être par la grande ressemblance qu'il peut exister entre ces deux types d'occupation du sol à certaines périodes de l'année.

Caractéristique de l'infrastructure

Les informations concernant l'équipement de l'infrastructure, faute de données de références sont difficilement interprétables. Concernant l'importance du nombre de collisions constatées en fonction du nombre de voies de l'infrastructure, il est intéressant de noter qu'il y a **plus de collisions sur les 2 voies que sur les 2X2 voies**. Ce phénomène indiqué par d'autres auteurs (Clevenger *et al.*, 2003) peut certainement s'expliquer par une combinaison de facteurs : les 2X2 voies sont plus souvent grillagées (com. pers. Laurent M., 2012) et donc imperméables à la grande faune que les plus petites routes. Certains auteurs pensent qu'une partie de la faune serait dissuadée de franchir l'infrastructure lorsque celle-ci est très importante et très fréquentée (Clevenger *et al.*, 2003). Nous pouvons également supposer que comme les véhicules et donc les observateurs circulent en moyenne plus vite sur une 2X2 que sur une 2 voies, le taux de détection des cadavres est réduit.

Organisation spatiale des points de conflit

Il est possible et intéressant d'un point de vu de l'aménagement du territoire de localiser les points de conflit entre les véhicules et la faune sauvage toutes espèces confondues. En effet, comme le montre le test K de Ripley, les collisions entre la faune sauvage et les

véhicules forment des agrégats sur le réseau routier. Cependant, la biologie, les traits d'histoire de vie et par conséquent les causes et les moments de conflit avec le réseau routier et par définition les réponses techniques permettant la résorption du conflit sont souvent spécifiques. Il conviendra donc dans un second temps, d'adopter une démarche spécifique afin de mieux caractériser le conflit et d'envisager des solutions de résorption adaptées. Les solutions de résorption de points de conflits sont nombreuses. La réalisation d'un ouvrage d'art de type passage à faune est une solution qui doit être bien réfléchié autant dans sa conception que sur sa localisation si on veut qu'il soit efficace (SETRA, 2007 ; Carsignol, 2006 ; Carsignol *et al.*, 2005). En effet, **l'efficacité d'un passage dépend de nombreux facteurs qui sont principalement : sa position dans le paysage, sa taille, les caractéristiques des espèces visées ainsi que l'usage qu'il en sera fait** (passage mixte ou passage dédié à la faune uniquement) (Carsignol, 2006 ; Carsignol *et al.*, 2005).

4.2.2 Le Renard (*Vulpes vulpes*)

Le Renard est une espèce facile à identifier avec son pelage, sa queue touffue et son museau pointu. Cependant pour éviter toute confusion une fiche de description synthétique a été rédigée à l'intention des agents d'entretien des routes (annexe 2). Dans le Jura une étude de suivi par radio télémétrie a montré que le Renard utilise une surface de 1.5 à 3 km² et qu'il parcourt quotidiennement entre 4 et 12 km (Michela *et al.*, 2005). Si le Renard est une victime connue des collisions avec les véhicules (Grilo *et al.*, 2009) elle est dans cette étude l'espèce la plus largement impactée (33% des collisions observées). Une corrélation entre la taille de la population et le nombre de collisions a été établie pour le Renard par Baker *et al.* (2004) mais d'autres facteurs explicatifs sont certainement à rechercher.

Le Renard mène généralement une activité nocturne ou crépusculaire, mais il n'est pas rare de l'observer en plein jour, surtout si l'environnement est calme ou encore à l'époque du rut. La période du rut chez le Renard a lieu typiquement en janvier-février (Michelat *et al.*, 2005). Aucune augmentation significative du nombre de collisions n'a été observée durant cette période. Comme Grilo *et al.* (2009) nous observons une augmentation de la mortalité par collision routière du Renard roux significative en juin et juillet. Cette période critique correspond au sevrage des jeunes (Grilo *et al.*, 2009 ; Sirurgue, 1995). Selon Blanco (1998 *in* Grilo *et al.* 2009), les renards augmentent la fréquence de leurs déplacements de manière importante. La mortalité des femelles est particulièrement critique pendant cette période parce que les jeunes sont totalement dépendants (Blanco, 1998 *in* Grilo *et al.* 2009).

Milieus et localisation des points de conflits

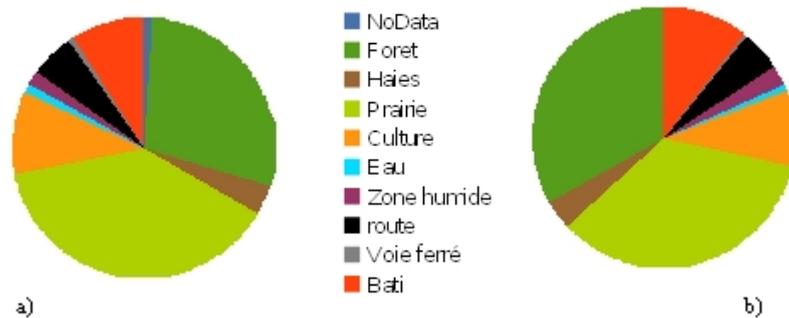


Figure 44 : a) Part des différents types d'occupation du sol situés dans un rayon de 500 m autour des collisions observées par analyse spatiale entre les Renards et les véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011. b) Part de ces mêmes classes d'occupation du sol dans un rayon de 500m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté.

Animal ubiquiste par excellence (Sirurgue, 1995) on trouve le Renard dans tous les milieux. Il vit sur des territoires dont la superficie varie en fonction de la disponibilité des ressources alimentaires de quelques centaines d'hectares à quelques km². Ces caractéristiques expliquent certainement la distribution des collisions entre véhicules et Renards en fonction des différentes classes d'occupation du sol qui se rapproche de la répartition de ces mêmes classes de milieux sur le réseau de la DIR Est (rayon de 500 m et de 1000 m) (figure 44).

Il y a une variation saisonnière dans l'utilisation de l'habitat. Pendant l'été et l'automne, les Renards sont plus actifs dans les prairies mais ils utilisent plus les zones boisées en hiver (Weber & Meia, 1996). Afin d'illustrer cette information nous avons réalisé un test K de Ripley sur les données de localisation de collisions entre le Renard et les véhicules en fonction de la saison. Les résultats issus du test K restent cependant les mêmes que pour l'ensemble de l'année.

Caractéristique de l'infrastructure

Concernant l'importance du nombre de collisions constatées en fonction du nombre de voies de l'infrastructure il est intéressant de noter qu'il y a **plus de collisions entre renards et véhicules sur les 2 voies que sur les 2X2 voies**. Ce phénomène, le même que celui observé pour l'ensemble des espèces peut être expliqué par les raisons évoquées précédemment mais des facteurs explicatifs complémentaires sont certainement à rechercher.

Organisation spatiale des points de conflit

Les résultats de notre étude indique que la distribution des collisions entre renards et véhicules est répartie de façon aléatoire sur le réseau routier. Le Renard ne semble donc pas utiliser de « couloirs » de déplacements. Autrement dit, il n'est pas possible de localiser des points de conflit Renards/véhicules en utilisant la méthode de localisation des collisions. **Cela ne veut pas pour autant dire qu'il n'existe pas de conflits entre le Renard et le réseau routier**, en atteste la forte proportion de collisions observée pour cette espèce dans notre étude. Une approche différente devra donc être adoptée pour caractériser le conflit existant. Le caractère ubiquiste et opportuniste du Renard explique peut être le manque d'agrégats le long des routes et donc l'impossibilité de localiser des zones de conflits dans cette étude.

4.2.3 Le Blaireau (*Meles meles*)

La silhouette de petit ours et la face blanche rayée de deux bandes noires rendent le Blaireau facile à identifier. Cependant pour éviter toute erreur d'identification une fiche de description synthétique a été rédigée à l'attention des agents d'entretien des routes (annexe 3). En Europe, les collisions routières pourraient constituer la principale cause de mortalité de l'espèce, pouvant atteindre 20% de la population localement en Suisse comme dans l'ensemble de la Grande-Bretagne (Davies *et al.* 1987, Do Linh San 2004, Griffiths & Thomas 1998 in Rigaux & Chanu 2011), et 25% localement aux Pays-Bas (Dekker & Bekker 2010 in Rigaux & Chanu, 2011). En France, on estime que trente mille animaux meurent à la suite de collisions (FNE, 2008). Ainsi nos résultats sont cohérent avec la bibliographie.

La zone géographique exploitée par un Blaireau pour se nourrir constitue son domaine vital. La taille des domaines vitaux des Blaireaux varie considérablement en fonction de l'abondance de la nourriture, les valeurs extrêmes déterminées en Europe étant de 14 et 1500 ha (Evans *et al.*, 1989 in Ferrari, 1997). Dans le Jura une étude indique que les domaines vitaux individuels varient de 27 à 374 ha, avec une valeur moyenne de 169 ± 133 ha (Ferrari, 1997). La taille du domaine vital varie aussi selon la saison : en hiver, le Blaireau adopte une activité réduite, réduit la taille de ses déplacements et exploite un domaine plus restreint (Ferrari, 1997). Aussi, la distance parcourue en une nuit par un individu va de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres (FNE, 2008). Cette information peut certainement expliquer le peu de données de collisions observées entre les Blaireaux et les véhicules au cours de cette enquête en hiver (4 données entre novembre et janvier).

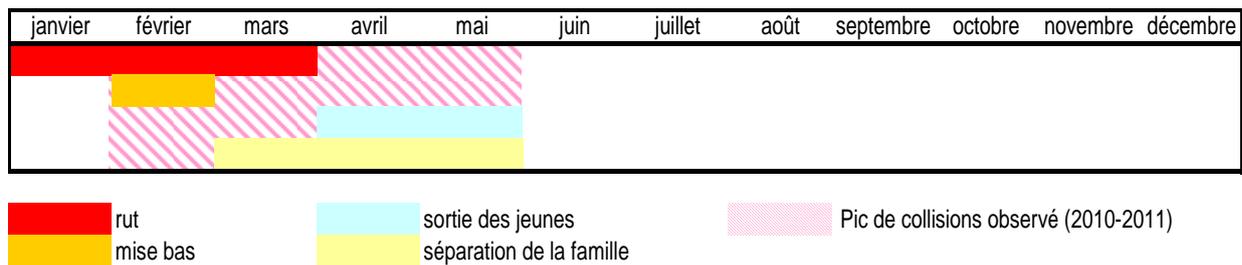


Figure 45 : Représentation des principales périodes du cycle de reproduction et de vie du Blaireau ainsi que la période de pic de collisions observé durant l'étude. Source : Rogeon G., 2012 d'après Croquet (date inconnue) et Duquet, 1992.

Le Blaireau peut s'accoupler tout au long de l'année mais une période d'activité sexuelle plus intense a lieu de mi-janvier à mi-mars, et correspond à l'ovulation principale des femelles matures (figure 45). Deux autres périodes de rut, moins marquées, ont lieu de mars à mai et de juillet à octobre. (FNE, 2008).

Les jeunes commencent à sortir du terrier vers 2-3 mois et atteignent l'âge adulte vers 6-7 mois. La famille se sépare au printemps suivant (Duquet, 1992). Cette période est souvent sensible pour de nombreuses espèces. D'une manière générale il est intéressant de noter que le pic de collisions observé lors de cette étude correspond à une période d'activité importante du Blaireau qui couvre l'ensemble des grandes étapes du cycle de reproduction et de vie de l'espèce (rut, sortie de jeunes, séparation de la famille et mise bas).

Milieus et localisation des points de conflits

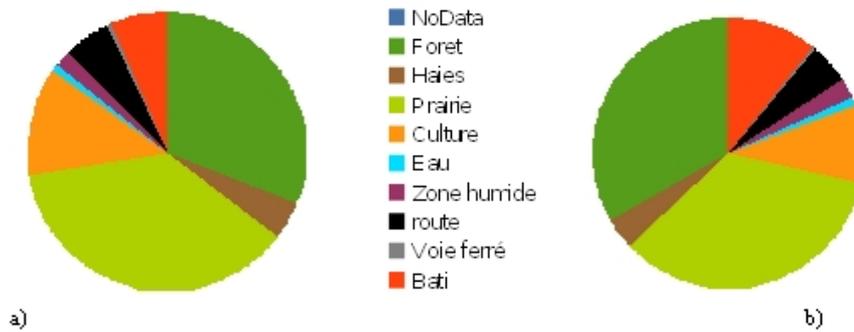


Figure 46 : a) Part des différents types d'occupation du sol situés dans un rayon de 500 m autour des collisions observées par analyse spatiale entre les Blaireaux et les véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011. b) Part de ces mêmes classes d'occupation du sol dans un rayon de 500m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté.

Le Blaireau est une espèce nocturne qui sort au crépuscule pour se rendre sur des zones d'activités précises afin de rechercher la nourriture en empruntant des cheminements réguliers (coulées). De nombreux auteurs ont constaté une sélection de l'habitat chez le Blaireau européen et il a été clairement établi que ce phénomène dépend avant tout de facteurs d'ordre trophique (Ferrari, 1997). En effet, les déplacements des Blaireaux sont conditionnés par la disponibilité en ressource. Si le besoin en nourriture se fait sentir, il peut parcourir la totalité de son domaine vital en l'espace de quelques jours. Les Blaireaux sont capables de mémoriser l'emplacement de parcelles riches en nourriture en les visitant successivement durant la nuit (Ferrari, 1997). L'utilisation de l'habitat peut donc changer au fil des saisons, en fonction de la disponibilité et de l'abondance des ressources alimentaires. Ces informations sur les traits de vie de l'espèce expliquent peut-être que l'occupation du sol observée à proximité des cadavres (rayon de 500 et 1000 m) ne soit pas significativement différente de l'occupation du sol observée le long du réseau de la DIR Est et en Franche-Comté (figure 46).

En hiver, les Blaireaux sélectionnent les forêts et évitent activement le milieu ouvert (prés/pâturages). Durant les autres saisons, les Blaireaux de montagne montrent une certaine prédilection pour les champs de céréales et les pâturages boisés (milieu semi-ouvert). Le milieu ouvert est au contraire évité (Ferrari, 1997). Le peu de données obtenues dans cette enquête concernant les collisions entre les blaireaux et les véhicules en hiver ne nous permet pas d'illustrer cette information.

Caractéristique de l'infrastructure

Concernant l'importance du nombre de collisions constatées en fonction du nombre de voies de l'infrastructure il est intéressant de noter qu'il y a **plus de collisions entre blaireaux et véhicules sur les 2 voies que sur les 2X2 voies**. Ce phénomène est également observé pour l'ensemble des espèces et le Renard. Si les raisons peuvent être semblables, des facteurs explicatifs complémentaires sont certainement à rechercher.

Organisation spatiale des points de conflit

Le test K de Ripley a montré que les collisions entre les Blaireaux et les véhicules forment des agrégats sur le réseau routier. Cette information nous a ensuite permis de définir un

premier niveau d'observation de ces agrégats qui correspond à une première inflexion à la hausse des valeurs issues du traitement des données par la fonction K de Ripley. La représentation cartographique de la distribution des points de conflits donne une indication sur la localisation des sites les plus accidentogènes. Cette indication est issue d'une modélisation qui ne peut s'affranchir d'une étude de terrain complémentaire permettant de mieux caractériser le conflit avant d'envisager des solutions de résorption du conflit.

4.2.4 Le Chevreuil (*Capreolus capreolus*)

Le Chevreuil est le plus petit des cervidés autochtones mais également le plus souvent observé. Parfois confondu avec le Cerf élaphe (« biche ») et pour éviter toute erreur d'identification une fiche de description synthétique a été rédigée à l'intention des agents d'entretien des routes (annexe 4).

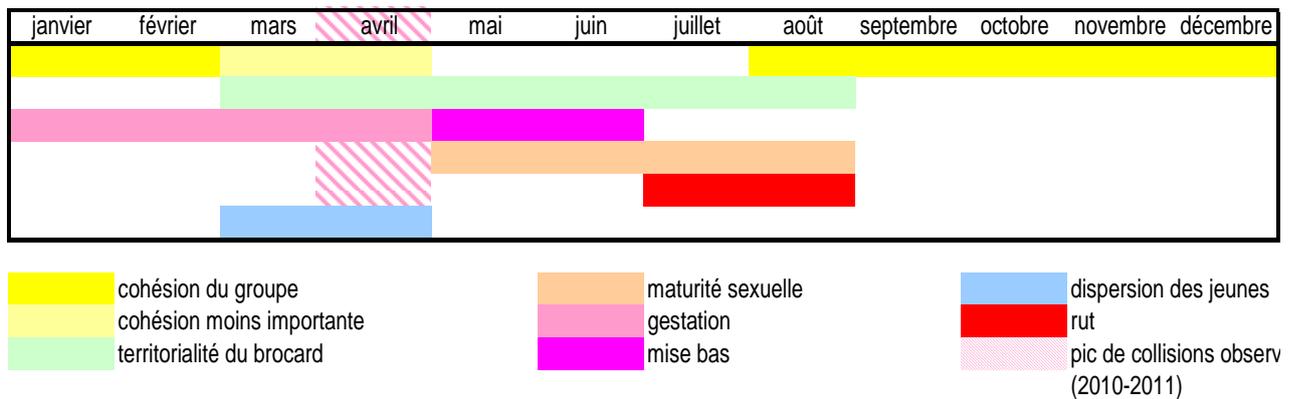


Figure 47 : Représentation des principales périodes du cycle de reproduction et de vie du Chevreuil ainsi que la période de pic de collisions observé durant l'étude. Sources : Rogeon G., 2012 d'après Vallance, 2007 ; Pellerin, 2005 et Michelat, 2005.

Les accouplements ont lieu de mi juillet à mi-août (figure 47). Pendant la période du rut les mâles poursuivent les femelles inlassablement. Ces courses folles éclipsent toute prudence (Michelat, 2005). D'après nos résultats, ces comportements ne semblent cependant pas avoir d'incidence sur le nombre de collisions. Les jeunes s'émanent vers l'âge de dix mois et recherchent alors de nouveaux territoires. La période de mise bas du Chevreuil s'étale de fin avril à début juin (Michelat, 2005). La dispersion des jeunes a lieu environ 10 mois plus tard vers avril-mai (Michelat, 2005). Ceci explique certainement l'importante hausse du nombre de collisions constatées au mois d'avril.

Milieus et localisation des points de conflits

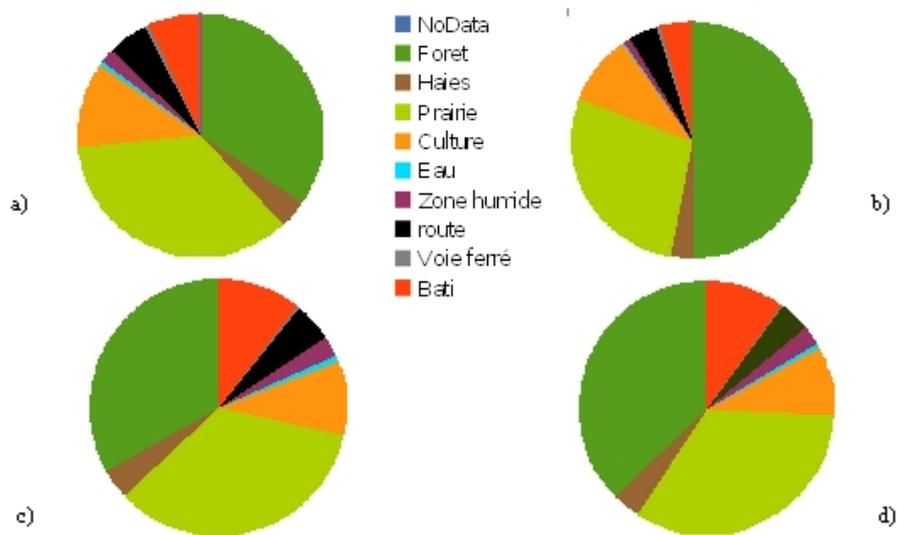


Figure 43 : a) Part des différents types d'occupation du sol situés dans un rayon de 500 m autour des collisions observées par analyse spatiale entre les Chevreuils et les véhicules sur le réseau de la DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011. b) Part des différents types d'occupation du sol situés dans un rayon de 1000 m autour du site de collision constaté. c) Part de ces même classes d'occupation du sol dans un rayon de 500 m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté et d) et de 1000 m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté.

Le Chevreuil est une espèce dotée d'une forte plasticité écologique mais la forêt reste son habitat privilégié (Vallance, 2007). Les déplacements du Chevreuil sont en général de quelques kilomètres (Coulon, 2009). Des études ont mis en évidence l'existence de structurations spatiales fines (Focardi *et al.*, 2002 *in* Coulon, 2009 ; Pettorelli *et al.*, 2003 *in* Coulon, 2009). Les mouvements de dispersion du Chevreuil ne sont pas aléatoires, certains éléments du paysage sont recherchés et d'autres sont évités. La connectivité du paysage influence donc le processus de dispersion et les flux de gènes dans les populations de chevreuils vivant dans des environnements hétérogènes (Coulon, 2009). Ainsi, l'habitat boisé influence les flux de gènes et les mouvements de dispersion efficaces se font préférentiellement le long ou à proximité de corridors forestiers (Coulon, 2009). A contrario, la présence d'éléments paysagers tels que les routes freine ou empêche les mouvements de dispersion, ils ont donc de réelles implications pour la délimitation des populations de chevreuils (Coulon, 2009).

Parmi les espèces étudiées dans ce rapport, le Chevreuil est certainement l'espèce qui se déplace le plus. Cette particularité conditionne peut être sa perception du paysage et des continuités écologiques. Cette hypothèse reste bien sûr à étudier mais elle pourrait expliquer pour partie que si dans un rayon d'observation de 500 m autour du site de collisions l'occupation du sol n'est pas significativement différente de celle observée le long du réseau de la DIR Est et en Franche-Comté elle devient significativement différente dans un rayon d'observation de 1000 m.

Organisation spatiale des points de conflit

Le test K de Ripley a montré que les collisions entre les Chevreuils et les véhicules forment des agrégats sur le réseau routier. Cette information nous a ensuite permis de définir un premier niveau d'observation de ces agrégats qui correspond à une première inflexion à la hausse des valeurs issues du traitement des données par la fonction K de Ripley. La représentation cartographique de la distribution des points de conflits donne une indication sur la localisation des sites les plus accidentogènes. Cette indication est issue d'une modélisation qui ne peut s'affranchir d'une étude de terrain complémentaire permettant de mieux caractériser le conflit avant d'envisager des solutions de résorption du conflit.

4.2.5 Les petits Mustélidés

Les données d'observations des collisions entre les petits Mustélidés et les véhicules sont moins nombreuses et non spécifiques, aussi nous devons rester prudents lors de l'interprétation des résultats.

Les petits Mustélidés représentent un groupe d'espèces comprenant pour cette étude : le Putois (*Mustela putorius*), la Fouine (*Martes foina*), la Marte (*Martes martes*), la Belette (*Mustela nivalis*) et l'Hermine (*Mustela erminea*). Ce regroupement ne trouve pas vraiment de justificatif biologique puisque chaque espèce a des cycles biologiques ainsi que des exigences écologiques qui lui sont propres. Outre la logique taxonomique, ces différentes espèces ont surtout été regroupées dans une logique d'aménagement. En effet, si l'ensemble de ces espèces ont des traits de vie différents, elles utilisent les mêmes structures de milieux (lisières) dans leurs déplacements (Michelat, 2005 ; Libois & Waecter, 1991 ; Delattre, 1987 ; Roger et al., 1988). Ces espèces utilisent souvent les mêmes types d'ouvrage d'art permettant le franchissement d'infrastructures linéaires de transport, que ce soit un passage à faune supérieur ou inférieur pour petite faune ou des buses/dalots de rétablissements hydrauliques équipés de banquettes ou asséchés (Carsignol et al., 2005). De plus, leur ressemblance morphologique est telle qu'il paraît difficile de former rapidement un observateur non averti à déterminer l'espèce de petit Mustélidé victime d'une collision routière. Ces différentes espèces ont fait l'objet d'une fiche descriptive à l'usage des agents de la DIR Est (annexe 5).

Milieux et localisation des points de conflits

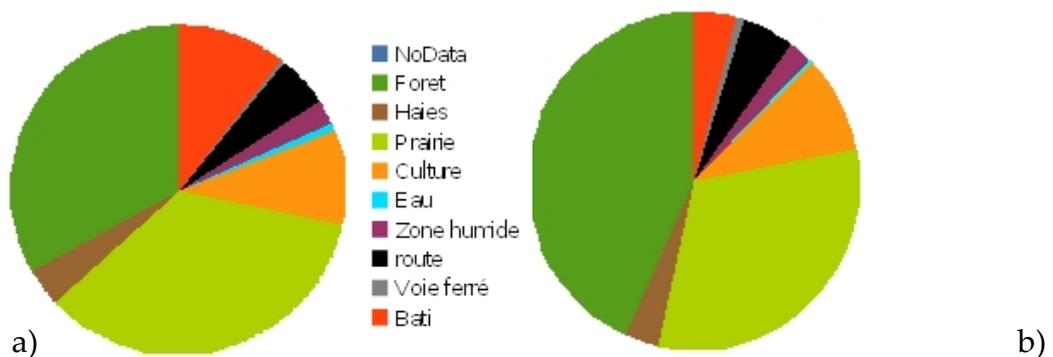


Figure 45 : a) Part des différents types d'occupation du sol situés dans un rayon de 500 m autour des collisions observées par analyse spatiale entre les petits mustélidés et les véhicules sur le réseau de la

DIR Est en Franche-Comté de 2010 à 2011. b) répartition de ces mêmes classes d'occupation du sol à 500 m autour du réseau de la DIR Est de Franche-Comté.

Le Putois fréquente les milieux humides (marais, queue d'étangs, bord de rivière) mais également le bocage et la lisière des forêts. La Marte est forestière. A l'origine plutôt forestière également la Fouine est devenue une commensale de l'Homme que l'on retrouve dans les greniers des constructions humaines, en ville comme à la campagne. Dans le Jura, la Belette et l'Hermine sont présentes partout mais elles sont plus abondantes à proximité des prairies et des pâtures, milieux de vie des campagnols leurs principales proies (Michelat, 2005). Ces espèces qui vivent dans des biotopes différents ont en commun d'être plutôt discrètes et de souvent longer les lisières de forêt (Michelat, 2005 ; Libois & Waecter, 1991 ; Delattre, 1987 ; Roger *et al.*, 1988). Cette particularité explique peut être au moins pour partie que dans un rayon d'observation de 500 m autour du site de collisions l'occupation du sol est significativement différente de celle observée le long du réseau de la DIR Est en Franche-Comté.

Organisation spatiale des points de conflit

Le test K de Ripley a montré que les collisions entre les petits Mustélidés et les véhicules forment des agrégats sur le réseau routier. Cette information nous a ensuite permis de définir un premier niveau d'observation de ces agrégats qui correspond à une première inflexion à la hausse des valeurs issues du traitement des données par la fonction K de Ripley. La représentation cartographique de la distribution des points de conflits donne une indication sur la localisation des sites les plus accidentogènes. Cette indication est issue d'une modélisation qui ne peut s'affranchir d'une étude de terrain complémentaire permettant de mieux caractériser le conflit avant d'envisager des solutions de résorption du conflit. Le caractère indicatif de cette information et d'autant plus important ici que les données d'observations des collisions entre les petits Mustélidés et les véhicules sont moins nombreuses et non spécifiques.

4.3 Limites, propositions et perspectives

Ce programme ne traite que de la faune facilement identifiable et donc d'une **petite fraction de la biodiversité**. L'utilisation de ce programme n'est **pas adapter à la localisation de conflits entre la faune rare et les infrastructures** linéaire de transport. En effet, la méthode nécessite d'avoir une certaine récurrence de l'information ce qui dans le cas des espèces rares pourrait par définition porter préjudice voir être fatale aux populations concernées. Le recensement régulier de cadavres est **un outil** intéressant qui permet de localiser à coût réduit des secteurs à enjeux où des animaux traversent préférentiellement et de fournir des informations sur les types de déplacements impactés (migration, dispersion des jeunes etc.) (Allag-Dhuisme *et al.*, 2010 a). Il est cependant important de noter que les collisions entre la faune et les véhicules restent un simple indicateur des conflits observés entre faune et l'infrastructure. **L'absence de collisions ne signifie pas une absence de problèmes**. Certains axes, de part leurs équipements (engrillagement etc...) constituent des barrières infranchissables sur lesquels (par définition), aucune collision n'est observée mais qui n'en constitue pas moins (voir au contraire) un enjeu fort. Une réflexion complémentaire est donc à mener parallèlement à ce programme.

D'une manière générale, il est important de rappeler que toute espèce possède des traits de vie qui lui sont propres. Certaines associations d'espèces possédant des traits de vie proches (notamment lié aux déplacements) sont possibles mais il conviendra de **privilégier**

l'approche spécifique. Le choix des espèces étudiées dans ce programme est adapté aux compétences naturalistes des observateurs et à la localisation de l'étude (Est de la France). L'utilisation de ce protocole dans un autre contexte biogéographique ou partenarial nécessite donc de revoir ces choix. Dans l'objectif de pouvoir mieux traiter les résultats obtenus concernant les Mustélidés, un effort de précision dans la détermination serait à étudier (Martre/Fouine, Putois, Belette/Hermine).

Certaines expériences suggèrent que les biais d'identification observés lors de protocoles de sciences participatives sont compensés par le nombre d'observateurs (Bergerot *et al.*, 2010). Cependant, le déploiement de **méthodes permettant d'estimer l'erreur d'identification** des cadavres par les agents permettrait d'optimiser les supports d'aide à la détermination destinés aux observateurs et de prendre en compte ce biais dans nos analyses. Dans ce cadre, une campagne de photographies de cadavres prises sur le lieu de l'accident et mises en relation avec la fiche de localisation de la collision est prévue par la DIR Est en 2012.

Les facteurs influençant la perméabilité des infrastructures à la faune sont nombreux et majoritairement liés à l'intensité et à la vitesse de la circulation (Jones, 2000), à la configuration géométrique de la route (Finnis, 1960), à la structure spatiale des paysages et à la présence ou non de connexions biologiques (Forman et Alexander, 1998) mais aussi au mode de gestion des bords de route, à la saison et à l'heure de la journée (Joyce & Mahoney, 2001 ; Clevenger *et al.*, 2003). C'est pourquoi il paraît primordial de **croiser les résultats obtenus avec d'autres données** (cartes de répartition des espèces, cartes d'occupation du sol...). D'après la littérature, les données collectées et un protocole standardisé tel que proposé ici, permettent de caractériser le phénomène par la localisation, la distribution spatiale des collisions, et les facteurs influençant la fréquence des collisions (Clevenger *et al.*, 2003). Cependant, il est nécessaire d'avoir une **connaissance des variables testées sur tout le linéaire** étudié. Actuellement seule l'occupation du sol est disponible sur tout le linéaire routier de la DIR Est en Franche-Comté. Des données structurelles concernant les routes devraient être disponibles à l'avenir, avec le développement des SIG mis en place chez les gestionnaires d'infrastructures.

Ayant pris connaissance et intégré les biais évoqués dans la démarche, **la méthode apporte un éclairage sur les conflits existants et visibles entre une partie de la faune et le réseau routier.** Moyennant le croisement de l'information issue de ce protocole avec des données d'occupation du sol, sur la biodiversité (sites remarquables et/ou protégés, localisation d'espèces rares etc...) ainsi que des données liées au potentiel fragmentant intrinsèque à l'infrastructure il est possible de dégager des zones d'actions prioritaires. Cette première identification des zones de conflit devra être suivie d'une étude locale de terrain permettant de préciser les enjeux et proposer des solutions de résorption des points de conflits adéquats. En effet **il n'existe pas une solution unique miracle mais bien des solutions adaptées à chaque problématique.**

Au delà de l'aspect pratique lié à la localisation de points de conflit, ce programme offre d'importantes perspectives en matière d'acquisition de données sur différents traits de vie des espèces étudiées : dispersion des jeunes, milieux utilisés, activités saisonnières, utilisation de la matrice paysagère, continuités écologiques....

La mise en œuvre de ce protocole par les gestionnaires d'infrastructures de transport (non grillagées) pourrait si elle se généralise, contribuer à un suivi de politiques mises en œuvre par le gestionnaire pour préserver la biodiversité dans le cadre de politiques nationales telles que la Trame verte et bleue.

Bibliographie

- ALLAG-DHUISME F., BARTHOD C., BIELSA S., BROUARD-MASSON J., GRAFFIN V., VANPEENE S. (COORD), CHAMOUTON S., DESSARPS P.-M., LANSIART M. & ORSINI A. (2010 a). *Prise en compte des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques par les grandes infrastructures linéaires de l'État et de ses établissements publics – troisième document en appui à la mise en oeuvre de la Trame verte et bleue en France*. Proposition issue du comité opérationnel Trame verte et bleue, MEEDDM, juillet 2010.
- ALLAG-DHUISME F., AMSALLEM J., BARTHOD C., DESHAYES M., GRAFFIN V., LEFEUVRE C., SALLES E. (COORD), BARNETCHE C., BROUARD-MASSON J., DELAUNAY A., GARNIER CC & TROUVILLIEZ J. (2010 b). *Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique – deuxième document en appui à la mise en oeuvre de la Trame verte et bleue en France*. Proposition issue du comité opérationnel Trame verte et bleue, MEEDDM, juillet 2010.
- BAKER P.J., HARRIS S., ROBERTSON C.P.J., SAUNDERS G. & WHITE P.C.L. (2004). Is it possible to monitor mammal population changes from counts of road traffic casualties? An analysis using Bristol's red foxes *Vulpes vulpes* as an example. *Mammal Review*. Volume 34. Numéro 1. Pages 115–130.
- BERGEROT B., FONTAINE B., RENARD M., CADI A. & JULLIARD R. (2010). Preferences for exotic flowers do not promote urban life in butterflies. *Landscape and Urban Planning*. Volume 96. Pages 98-107.
- CARSIGNOL J., BILLON V., CHEVALIER D., LAMARQUE F., LANSIART M., OWALLER M., JOLY P., CUENOT E., THIEVENT P. & FOURNIER P. (2005). *Aménagements et mesures pour la petite faune*. Guide technique. 264 pages.
- CARSIGNOL J. (2006). *Routes et passages à faune, 40 ans d'évolution*. Bilan d'expériences. Service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA). 57 pages.
- CLEVINGER A.P., CHRUSZCZ B. & GUNSON K. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*. Numéro 29. Pages 646-653.
- CLEVINGER A.P., CHRUSZCZ B. & GUNSON K. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*. Numéro 109. Pages 5-26.
- COFFIN A.W. (2007). From roadkill to road ecology : A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*. Numéro 15. Pages 396-406.
- COULON A. (2006). Etude de l'influence du paysage sur la dispersion du chevreuil (*capreolus capreolus*) en milieu fragmenté. Thèse. 195 pages.
- CROQUET V. *Le Blaireau*. Plaquette d'information de l'ONCFS. 4 pages.
- DELATTRE P. (1987). *La belette (Mustela nivalis Linnaeus, 1766) et l'hermine (Mustela erminea Linnaeus, 1758)*. Encyclopédie des carnivores de France. Numéro 11 et 12. Société d'étude et de protection des Mammifères. 7 pages.
- DI SALVO M., GADAIS M. & ROCHE-WOILLEZ G. (2005). *L'estimation de la densité par la méthode du noyau : méthode et outils*. CERTU, Collection Rapport d'Étude, avril 2005.

- DUQUET M. (1992). *Inventaire de la faune de France*. Editions Nathan et Muséum National d'histoire Naturelle, Paris, France. 415 pages.
- FERRARI N. (1997). *Eco-éthologie du Blaireau européen (Meles meles L., 1758) dans le Jura suisse: comparaison de deux populations vivant en milieu montagnard et en milieu cultivé de plaine*. PhD thesis, University of Neuchâtel, Switzerland
- FINNIS R.G. (1960). Road casualties among birds. *Bird Study*. Numéro 7. Pages 21-32.
- F.N.E. (2008). *Le Blaireau et l'homme pour une cohabitation pacifique*. Obernai. 18 pages.
- FORMAN R.T.T. & ALEXANDER L.E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Numéro 29. Pages 207–231.
- GOMES L., GRILO C., SILVA C. & MIRA A. (2009). Identification methods and deterministic factors of owl roadkill hotspot locations in Mediterranean landscapes. *Ecological Research*. Numéro 24. Pages 355-370.
- GRILO C., BISSONETTE J.A. & SANTOS-REIS M. (2009). Spatial–temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation*. Numéro 142. Pages 301-313.
- HUBBARD M.W., DANIELSON B.J. & SCHMITZ R.A. (2000). Factors influencing the location of deer–vehicle accidents in Iowa. *Journal of Wildlife Management*. Numéro 64. Pages 707–712.
- JACKSON S.C. (2000). Overview of transportation impacts on wildlife movement and populations. In: Messmer T.A., West B. (eds.). *Wildlife and highways: seeking solutions to an ecological and socio-economic dilemma*. *The Wildlife Society*. Washington, D.C., USA.. Pages 7-20.
- JENKS F.G & CASPALL F.C. (1971). Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction. *Annals of the Association of American Geographers*. Volume 61. Numéro 2. Pages 217-244.
- JOYCE T.L. & MAHONEY S.P. (2001). Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. *Wildlife Society Bulletin*. Numéro 29. Pages 281–291.
- KRISP J.M. & DUROT S. (2007). Segmentation of lines based on point densities—An optimisation of wildlife warning sign placement in southern Finland. *Accident Analysis & Prevention*. Volume 39 (1). Pages 38-46 .
- LIBOIS R. & WAECTER A. (1991). *La fouine (Martes foina Erxleben, 1777)*. *Encyclopédie des carnivores de France*. Société française d'étude et de protection des mammifères. Numéro 10. 53 pages.
- MALO J., SUAREZ F. & DIEZ A. (2004). Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology*. Volume 41 (4). Pages 701-710.
- MICHELAT D., ROUE S. & PEPIN D. (2005). *Les Mammifères de la montagne jurassienne*. Néo Editions. Besançon. 184 pages.
- O'DRISCOLL R.L. (1998). Description of spatial pattern in seabird distributions along line transects using neighbour K statistics. *Marine Ecology Progress Series*. Volume 165. Pages 81-84.
- PELLERIN M. (2002). *Utilisation de l'habitat chez le Chevreuil à différentes échelles spatio-temporelles*. Thèse. 290 pages.

- RIGAUX P. & CHANU C. (2011). *Densité du blaireau d'Eurasie (Meles meles) et répartition des terriers dans un paysage rural de moyenne montagne, entre Combrailles et Monts Dôme (Puy-de-Dôme, France)*. Groupe Mammalogique d'Auvergne, rapport d'étude. 32 pages.
- RIPLEY B.D. (1981). *Spatial Statistics*. John Wiley and Sons, New York. 255 pages.
- ROGEON G. & GIRARDET X. (2011). *Identification des points de conflits entre la faune sauvage et les véhicules : Méthode d'observation des collisions par les agents d'entretien des routes*. Service du Patrimoine Naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle, juillet 2011.
- ROGEON G. & LAURENT M. (2010). *P3D_Action 4.2 Recensement des collisions "véhicules/faune" - Protocole*. MEEDDM, novembre 2010.
- ROGER M., DELATTRE P. & HERRENSCHMIDT V. (1988). *Le putois (Mustela putorius Linnaeus, 1758)*. Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères (SFPEM). Encyclopédie des carnivores de France. Numéro 15. 38 pages.
- SETRA (2007). Rapport COST 341 - Fragmentation des habitats due aux infrastructures de transport. Manuel européen d'identification des conflits et de conception de solutions. Traduction de l'ouvrage de Bjørn I. (coord), Bekker Hans G.J., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlaváč V., Keller V., Rosell C., Sangwine T., Tørsløv N., Wandall B. (2003). *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. 179 pages.
- SIRURGUE D. (1995). *Les mammifères sauvages du Morvan*. Parc naturel régional du Morvan. 207 pages.
- VALLANCE M. (2007). *Faune Sauvage de France : biologie, habitats, gestion*. ONCFS. Editions du Gerfaut. Lyon. 415 pages.
- VANPEENE BRUHIER S. & DALBAN CANASSY J. (2006). *Synthèse bibliographique au niveau de l'arc alpin frontalier des connaissances acquises sur l'impact des infrastructures de transport terrestre sur les paysages, les écosystèmes et la biodiversité*. rapport pour la convention MEDD CV05000136, Cemagref, novembre 2006.
- WEBER J.M & MEJA J.S. (1996). Habitat use by the red fox *Vulpes vulpes* in a mountainous area. *Ethology Ecology & Evolution*. Numéro 8. Pages 223-232.

Annexe 1 espèces ciblées directement ou indirectement par le protocole de localisation des collisions sur le réseau routier national en Franche-Comté entre janvier 2010 et décembre 2011.

| nom commun | nom latin | niveaux de détermination proposés | | présence d'une fiche d'aide à l'identification |
|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|--|
| | | 2 (précis) | 1 (regroupé) | |
| Alyte accoucheur | <i>Alytes obstetricans</i> | amphibiens | amphibiens | non |
| Sonneur à ventre jaune | <i>Bombina variegata</i> | | | |
| Crapaud commun | <i>Bufo bufo</i> | | | |
| Crapaud calamite | <i>Bufo calamita</i> | | | |
| Rainette verte | <i>Hyla arborea</i> | | | |
| Triton alpestre | <i>Ichthyosaura alpestris</i> | | | |
| Triton palmé | <i>Lissotriton helveticus</i> | | | |
| Triton ponctué | <i>Lissotriton vulgaris</i> | | | |
| Grenouille verte | <i>Pelophylax kl. esculentus</i> | | | |
| Grenouille rieuse | <i>Pelophylax ridibundus</i> | | | |
| Grenouille des champs | <i>Rana arvalis</i> | | | |
| Grenouille agile | <i>Rana dalmatina</i> | | | |
| Grenouille rousse | <i>Rana temporaria</i> | | | |
| Salamandre tachetée | <i>Salamandra salamandra</i> | | | |
| Triton crêté | <i>Triturus cristatus</i> | | | |
| Autour des palombes | <i>Accipiter gentilis</i> | rapaces diurnes | oiseaux | oui |
| Epervier d'Europe | <i>Accipiter nisus</i> | | | |
| Buse variable | <i>Buteo buteo</i> | | | |
| Circaète Jean-le-Blanc | <i>Circaetus gallicus</i> | | | |
| Busard des roseaux | <i>Circus aeruginosus</i> | | | |
| Busard Saint-Martin | <i>Circus cyaneus</i> | | | |
| Busard cendré | <i>Circus pygargus</i> | | | |
| Faucon pèlerin | <i>Falco peregrinus</i> | | | |
| Faucon hobereau | <i>Falco subbuteo</i> | | | |
| Faucon crécerelle | <i>Falco tinnunculus</i> | | | |

| nom commun | nom latin | niveaux de détermination proposés | | présence d'une fiche d'aide à l'identification |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|
| | | 2 (précis) | 1 (regroupé) | |
| Chevêchette d'Europe | <i>Glaucidium passerinum</i> | rapaces nocturnes | | oui |
| Milan noir | <i>Milvus migrans</i> | | | |
| Milan royal | <i>Milvus milvus</i> | | | |
| Bondrée apivore | <i>Pernis apivorus</i> | | | |
| Chouette de Tengmalm | <i>Aegolius funereus</i> | | | |
| Hibou des marais | <i>Asio flammeus</i> | | | |
| Hibou moyen-duc | <i>Asio otus</i> | | | |
| Chevêche d'Athéna | <i>Athene noctua</i> | | | |
| Grand-duc d'Europe | <i>Bubo bubo</i> | | | |
| Petit-duc scops | <i>Otus scops</i> | | | |
| Chouette hulotte | <i>Strix aluco</i> | | | |
| Effraie des clochers | <i>Tyto alba</i> | | | |
| Chevreuil | <i>Capreolus capreolus</i> | chevreuil | cervidé | oui |
| Cerf elaphe | <i>Cervus elaphus</i> | cerf | | oui |
| Hérisson d'Europe | <i>Erinaceus europaeus</i> | hérisson | hérisson | oui |
| Lynx boréal | <i>Lynx lynx</i> | lynx | lynx | oui |
| Blaireau européen | <i>Meles meles</i> | blaireau | blaireau | oui |
| Fouine | <i>Martes foina</i> | petit mustélidé | petit mustélidé | oui |
| Martre des pins | <i>Martes martes</i> | | | oui |
| Hermine | <i>Mustela erminea</i> | | | oui |
| Belette | <i>Mustela nivalis</i> | | | oui |
| Putois européen | <i>Mustela putorius</i> | | | oui |
| Lapin de garenne | <i>Oryctolagus cuniculus</i> | lapin | léporidé | oui |
| Lièvre brun | <i>Lepus europaeus</i> | lièvre | | oui |
| Chamois | <i>Rupicapra rupicapra</i> | chamois | chamois | oui |
| Sanglier | <i>Sus scrofa</i> | sanglier | sanglier | oui |
| Renard roux | <i>Vulpes vulpes</i> | renard roux | renard roux | oui |
| Castor d'Europe | <i>Castor fiber</i> | autre | autre | oui |
| Ragondin | <i>Myocastor coypus</i> | autre | autre | |



a)

Le renard roux (*Vulpes vulpes*)

0,40 m



1,80m

Mensuration Longueur totale : 90 à 120 cm ; queue : 30 à 45 cm ; hauteur à l'épaule : 38 à 41cm.

Caractéristiques

- un museau allongé et entouré de blanc tout comme la gorge,
- des oreilles dressées et noires à l'arrière,
- une petite taille (environ 40 cm à l'épaule),
- un pelage généralement brun-roux, mais cela peut varier du beige au brun et au roux vif. La fourrure change de couleur et d'épaisseur en fonction du climat,
- une queue longue, touffue et généralement blanche au bout,
- un poids d'environ 6-8 kg.



b)

Habitat

Le renard roux s'adapte à toutes sortes d'habitat.



c)

Forêt



c)

Bocage



c)

Urbain

Son territoire se limite habituellement à environ 9 km de diamètre.

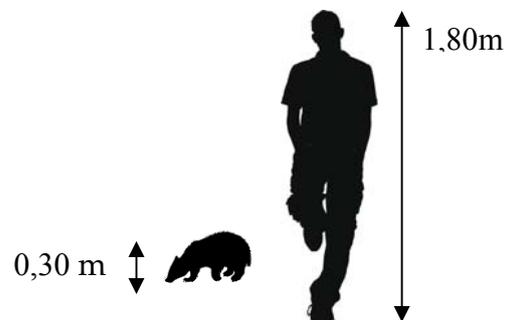
Alimentation

Le renard roux est omnivore mais il se nourrit surtout de petits mammifères mais aussi d'oiseaux, de grenouilles, d'insectes, de petits fruits et de charognes. Le renard, quoique souvent considéré comme nuisible, a aussi avoir des aspects utiles puisqu'il consommerait quelques milliers de rongeurs par an.

Attention, les cadavres d'animaux sont source de dangers pour l'homme, les animaux et leur environnement. Il faut éviter de les toucher.



Le blaireau (*Meles meles*)



Mensurations Longueur totale : 70 à 90 cm ; queue : 13 à 23 cm ; hauteur à l'épaule : 30 cm.

Caractéristiques

Le blaireau est un animal court sur patte, au corps massif et ramassé, à l'allure pataude, ressemblant à un petit ours.

- tête effilée, blanche, traversée de deux raies longitudinales noires, s'élargissant vers l'arrière, passant au niveau des yeux et des oreilles,
- dos, flancs et arrière-train sont recouverts de longues soies raides, blanches à la racine, noires dans le milieu et claires au bout, donnant un aspect grisâtre à l'animal,
- queue courte et touffue,
- gorge, ventre et pattes sont plus sombres presque noirs,
- poids d'environ 6-20 kg (en moyenne 12,5).



Habitat



Forêt



Bocage

Cette espèce a disparue d'une grande partie de son aire de répartition naturelle, du fait de la chasse, du piégeage et de la dégradation ou destruction de ses habitats. Elle est également une grande victime du trafic routier.

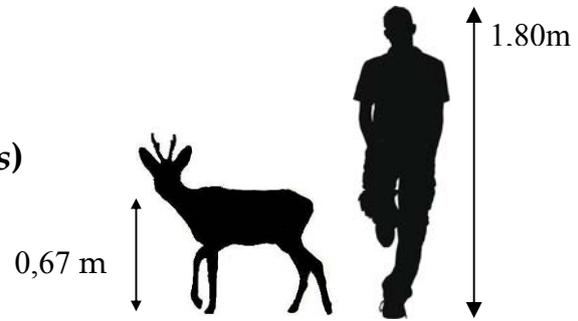
Alimentation

Le blaireau est nocturne et omnivore (insectes, rongeurs, tubercules, champignons, très rarement œufs et jeunes lapins).

Attention, les cadavres d'animaux sont source de dangers pour l'homme, les animaux et leur environnement. Il faut éviter de les toucher.



Le chevreuil (*Capreolus capreolus*)



Mensuration Longueur totale : 95 à 135 cm ; hauteur : 63 à 73 cm.

Caractéristiques

Le chevreuil est le cervidé le plus courant en Europe occidentale. C'est un animal agile et rapide :

- la robe est plutôt grise en hiver et roux en été,
- tache blanche sur les fesses (miroir),
- absence de queue,
- un poids qui varie de 13 kg à 30 kg.

Seul le mâle porte des bois caducs (qui tombent chaque année) et qui sont plutôt courts.

chevreuil mâle (brocard)



Habitat



Forêt



Bocage

Le chevreuil est plutôt forestier mais on le rencontre également près des cultures, dans le bocage, en montagne et en plaine.

Alimentation

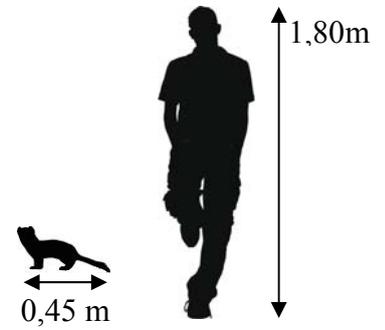
Le chevreuil est un herbivore. C'est un animal à la fois craintif et curieux. On le rencontre de préférence au levé et au couché du soleil, le plus souvent en lisière de forêt. La mortalité due aux véhicules est croissante surtout dans les zones forestières très fragmentées par des routes.

Attention, les cadavres d'animaux sont source de dangers pour l'homme, les animaux et leur environnement. Il faut éviter de les toucher.

Annexe 5



Les petits mustélidés (putois, marte, fouine, hermine, belette)



Mensurations Longueur totale : 20 à 50 cm

Caractéristiques

Les mustélidés sont de petits carnivores de taille variée avec un corps allongé et des pattes courtes. Il existe de nombreuses espèces mais celles qui nous intéressent particulièrement sont décrites ci-dessous :



Putois (*Mustela putorius*)

Le putois d'Europe a une couleur proche du brun foncé avec une tête plus claire (présence d'un masque facial brun avec des bandes claires sur le museau, le front et la bordure des oreilles). Il mesure jusqu'à 50 cm de long.

Fouine (*Martes foina*)

La fouine est très proche de la marte la confusion est possible. Pour les différencier il suffit d'observer la couleur du pelage située sous la gorge (bavette). Chez la fouine **la bavette est franchement blanche**, couvrant la gorge, le haut des pattes antérieures et le poitrail (**forme de M**), la truffe est rose. Elle mesure de 40 à 54 cm.



Marte (*Martes martes*)

Pelage brun, avec les pattes et la queue plus foncés, la tête plus claire. **La bavette est jaune orangé** et presque toujours d'un seul tenant, la truffe est brun – noir. Elle mesure de 45 à 60 cm.

Belette (*Mustela nivalis*)

la belette est le plus petit mustélidé d'Europe avec une taille d'environ 20 cm. La belette est très proche de l'hermine et la confusion est possible. Son pelage est brun sur le dos et blanc sur les parties inférieures. A l'inverse de l'hermine, sa queue est courte et ne comporte pas d'extrémité noire.



Hermine (*Mustela erminea*)



Son pelage est, en été, brun foncé dessus et blanchâtre dessous. En hiver, l'animal, adopte souvent un pelage entièrement blanc à l'exception de **l'extrémité de sa queue** qui **reste noire**. L'hermine adulte mesure de 22 à 32 cm de long plus sa queue de 8 à 12 cm.

Habitat



Forêt



Bocage

Suivant les espèces on trouve des petits mustélidés surtout en forêt et dans les zones de bocage.

Alimentation

Les petits mustélidés sont de très bon chasseurs. Ils se nourrissent principalement des petits mammifères (rongeurs..) et plus rarement d'amphibiens, d'insectes et d'oiseaux.

Attention, les cadavres d'animaux sont source de dangers pour l'homme, les animaux et leur environnement. Il faut éviter de les toucher.



La méthodologie développée par le MNHN en collaboration avec la DIR Est et le laboratoire Théma de l'université de Franche-Comté vise à apporter une solution technique au repérage de points de conflits entre la grande et moyenne faune et les infrastructures routières non grillagées. Durant 2 ans, les agents d'entretien de la DIR Est de Franche-Comté ont observé 495 collisions durant leurs patrouilles quotidiennes sur 490 km de linéaire routier. Le Renard (*Vulpes vulpes*), le Blaireau (*Meles meles*), le Chevreuil (*Capreolus capreolus*) et les petits Mustélidés (*Martes putorius*, *Martes foina*, *Martes martes*, *Mustela nivalis* et *Mustela erminea*) étaient les principales victimes et les analyses ont porté sur ces quatre espèces ou groupes d'espèces. L'étude de la répartition des collisions avec la statistique K de Ripley nous a permis de mettre en évidence des agrégats significatifs pour certaines espèces ou groupe d'espèces. Une cartographie des agrégats de collisions a été réalisée à l'aide de la méthode du noyau paramétrée en fonction des résultats du test K. La cartographie produite indique plusieurs sites sur lesquels une réflexion serait à mener pour mieux caractériser le conflit et envisager des solutions de résorption du conflit. Cette méthode de science participative, bien accueillie par les gestionnaires et les agents de la DIR Est, pourrait à terme être à la fois un outil d'évaluation des politiques mises en œuvre par les gestionnaires d'infrastructures linéaires de transport dans le cadre de la Trame verte et bleue mais également d'acquisition d'informations sur la faune sauvage et de sensibilisation sur les enjeux de préservation de la biodiversité et des continuités écologiques.