Les corridors faunistiques du cerf (*Cervus elaphus* L.) au Luxembourg

Adil Baghli, Marc Moes & Claudio Walzberg

GeoData, 27, rue de Dippach, L-8055 Bertrange (correspondance : a.baghli@oge.fr)

Baghli, A., M. Moes & C. Walzberg, 2007. Les corridors faunistiques du cerf (*Cervus elaphus*) au Luxembourg. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 108: 63-80.

Abstract. For several centuries, the north-western part of Europe has always been under a constant anthropogenic pressure: urbanization, industrialization, intensification of infrastructure, agriculture, watercourses modifications, etc. One of the consequences of this pressure is the landscape fragmentation, threatening the biodiversity in this area. Habitat fragmentation can be described as the splitting of natural habitats and ecosystems into smaller, more isolated patches. The process of fragmentation is connected to many different factors, of which the direct loss and isolation of natural habitat are the most important. The knowledge about habitat fragmentation in Luxembourg is still very limited. There is thus a need for further research and monitoring on this subject, especially in relation to vulnerable species.

In this context, native large mammals are confronted with very fragmented habitats, where they often inhabit isolated areas. Nowadays, it is proven that splitting of natural ecosystems into smaller and more isolated units may seriously endanger the long-term survival of animal species and communities. Therefore, it is important to identify and maintain the connections between the remaining wildlife habitats. Our project presents a vision for habitat interconnectedness on a national scale.

In order to counteract the threat of further habitat loss for large mammal species, we describe a network analysis of Luxembourg. The species selected to guide the design of the most important corridors for mammals in Luxembourg is the red deer (*Cervus elaphus*) because of its key role in ecosystem functioning and its home-range size. The results are based on existing data that were processed using a Geographic Information System, as well as on an expert model.

Even though it has been proven that ideal structural characteristics of crossings will often be species-specific, the development of an ecological corridor for red deer will benefit a large range of mammals like roe deer, wild boar, badger, wildcat, pine marten, etc., and may offer a suitable ecological corridor for the recovering lynx. The results of our analysis can be used for policy decisions on spatial planning.

Keywords. Ecological corridors, landscape fragmentation, Red deer, Luxembourg.

1. Introduction

Historiquement, les activités humaines conduites pour des raisons économiques, politiques et par traditions culturelles, ont changé les types de paysage, la qualité de l'habitat et la distribution « naturelle » des espèces (Stanners & Bourdeau 1995). En Europe, l'utilisation de l'espace traditionnellement en petites surfaces a été remplacée par des méthodes intensifiées qui exigent de grandes unités de production homogènes (Burel 1992, Skånes & Bunce 1997).

Dans des paysages ruraux modernes, des habitats de la faune sauvage ont été réduits à de petits restes de parcelles dispersés dans toute la matrice intensivement utilisée. En outre, les milieux naturels étendus, comme les marécages ou les forêts contiguës, ont été de plus en plus fragmentés par des infrastructures comprenant des routes (Vignon 1999), des chemins de fer, des voies d'eau, des fossés de drainage et des lignes de haute tension (Kouki & Löfman 1999).

Les effets écologiques des transports incluent la perturbation en termes de bruit

et de nuisances et pollution visuels, qui agissent en réduisant la disponibilité des zones adjacentes à ces structures pour la faune. L'infrastructure elle-même contribue de manière significative à la fragmentation de l'habitat en créant des barrières au mouvement animal. Ceci peut avoir comme conséquence l'isolement et l'extinction des espèces à large rayon d'action.

1.1. La fragmentation de l'habitat : problématique

La fragmentation d'habitat peut être définie comme le morcellement des habitats naturels et des écosystèmes dans des îlots ou des parcelles d'aires naturelles isolées. Les réseaux de transport divisent les habitats naturels en petits îlots isolés et créent des barrières entre les îlots restants. Ceci peut avoir deux effets directs sur les espèces :

a) la réduction de la taille des îlots d'habitat jusqu'à leur impossibilité de soutenir des populations viables pour des espèces importantes;

b) l'isolement des îlots restant peut être si important qu'il peut empêcher tout déplacement des individus.

Si l'on considère les infrastructures de transport, leurs impacts sur la faune sauvage portent atteinte à trois facteurs la concernant :
- la fonctionnalité du réseau écologique,
- la capacité d'accueil du milieu,
- le taux de mortalité des espèces animales.

Globalement, toutes les espèces animales sont touchées par les trois facteurs (capacité, mortalité, fonctionnalité). Les espèces animales évoluant sur de grands territoires et nécessitant des déplacements importants pour leur survie à long terme seront les plus affectées.

Au sein de l'Europe des 15, le taux de la surface totale du territoire luxembourgeois occupée par des infrastructures de transport représente 2,7% du territoire soit la plus grande densité européenne après la Belgique (Source: EEA 2002).

Les conséquences de la fragmentation de l'habitat sur la faune sauvage sont complexes, car les espèces répondent différemment à la perte et à l'isolement de leur habitat. De manière générale, les espèces présentant une mobilité limitée, nécessitant de grands espaces vitaux ou dépendant fortement à l'égard d'un certain type d'habitat seront les plus touchés par les effets de la perte et de l'isolement de leur habitat. Ces espèces répondent généralement à la fragmentation d'habitat en modifiant leur modèle de comportement. Réciproquement, les espèces abondantes dans le paysage, qui utilisent une variété d'habitats et sont plus résistantes aux perturbations peuvent ne pas être affectées de manière significative.

1.2. Etat des lieux au Luxembourg

Avec 2586 km², le grand-duché de Luxembourg représente moins de 0,1% de la surface de l'Union européenne (à 15 états). Ce territoire, d'une longueur maximale (nord - sud) de 82 km et d'une largeur maximale (ouest - est) de 57 km, est composé de deux grandes zones géologiques distinctes : l'Eisléck au nord et le Gutland (Bon-Pays) au sud. La densité de la population atteint aujourd'hui 174 h/km². Les différences de composition du sous-sol de ces deux régions impliquent des paysages dissemblables d'un point de vue géomorphologique. Des types de végétations distincts s'y sont établis et les modes d'agriculture ainsi que les développements économiques y ont été et restent différents.

Au cours de ces 30 dernières années, le Grand-Duché a perdu près de 7% de son territoire agricole et forestier au profit des surfaces bâties et des infrastructures. En 2003, le territoire luxembourgeois est à près de 87% composé de terres agricoles ou boisées (Statec 2005). Toujours durant ces 30 dernières années ans, le pourcentage du territoire occupé par les sols bâtis et les voies de communication a doublé passant de 6,3% en 1972 à 12,6% en 2003 (Statec 2005).

Cette urbanisation croissante est la conséquence du développement démographique et économique fort qu'a connu le pays à la fin du siècle dernier. L'emprunte des infrastructures routières et ferroviaires sur le territoire luxembourgeois est assez significative (fig. 1). Les études d'aménagement du territoire devraient tenir compte de cet aspect très important des effets potentiels qu'auront tous ces aménagements sur la faune et la flore.

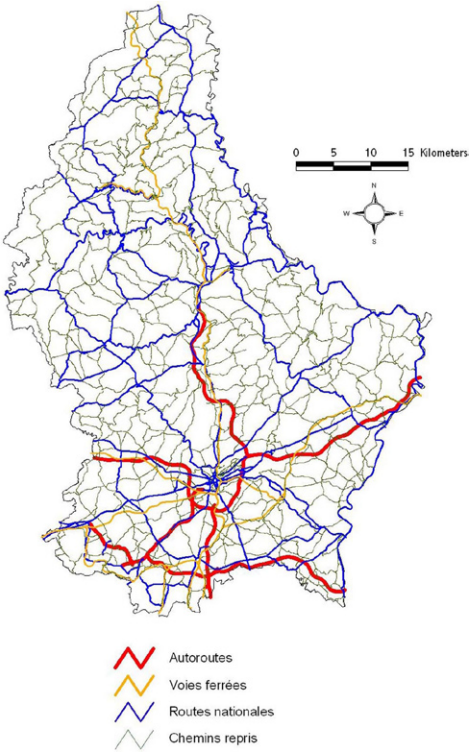


Fig. 1. Empruntes des infrastructures routières et ferroviaires sur le paysage luxembourgeois.

2. Méthodologie

2.1. Choix des espèces

Le choix d'une ou de plusieurs espèces indicatrices pour l'étude des corridors faunistiques dépend des objectifs préalablement définis. Pour notre projet, et dans le contexte d'une première étude des corridors faunistiques à l'échelle du Luxembourg, nous avons choisi de nous appuyer sur des vrais migrateurs à longue distance (en règle générale, distances de plus de 10 km) ou au moins sur des espèces qui entreprennent de grandes migrations saisonnières (méthode utilisée par Holzgang et al. 2001). D'après ces critères, le cerf (*Cervus elaphus*) et le sanglier (*Sus scrofa*) constituent de bonnes espèces indicatrices. Pour des raisons pratiques, et à cause de la situation sanitaire actuelle du sanglier au pays, nous avons considéré seul le cerf comme espèce indicatrice principale des réseaux faunistiques au Luxembourg.

Toutefois, la distribution nationale du cerf étant connue pour ne pas être tout à fait homogène, nous avons également pris en compte des espèces observées régulièrement ou dont le système de cheminement à petite échelle est plus ou moins connu. C'est la raison pour laquelle cette étude utilise aussi des données du chevreuil (*Capreolus capreolus*), espèce observée régulièrement et indicatrice du système de cheminement à petite échelle (Holzgang et al. 2001). Ce dernier sera considéré comme espèce indicatrice secondaire des réseaux faunistiques au Luxembourg.

De plus, et en complément aux indications impliquant les espèces indicatrices, nous avons considéré un autre groupe d'espèces que nous avons qualifié d'importantes. Parmi les espèces importantes, on a classé surtout les espèces liées aux cultures ainsi que les espèces possédant certaines qualités particulières, sans rapport direct avec les corridors. Globalement, il s'agit d'espèces bien connues, observées relativement souvent (renard, lièvre) ou plus rarement (chat sauvage, blaireau).

2.2. Faune sauvage et routes au Luxembourg

Le problème de la mortalité animale due au trafic est assez délicat, dans le sens où les statistiques des pertes constatées reflètent de façon très imparfaite les pertes réelles. En effet, on connaît les pertes officielles, qui correspondent d'une part aux animaux blessés ou tués et restés sur place, d'autre part aux animaux retrouvés morts (ou blessés) ultérieurement à une collision présumée.

Les pertes causées par collision avec le trafic routier sont difficilement chiffrables à cause de plusieurs paramètres qui composent cette problématique : taille de l'espèce animale, heure de collision, animal blessé ou mort, dégâts ou pas à la voiture, etc.

Ceci implique que le nombre d'animaux recensés morts par collisions est toujours inférieur à la réalité. Les animaux de grande taille (cerf, chevreuil, sanglier), sont souvent enlevés du bord de la route par les automobilistes avant qu'ils ne soient enregistrés par les services des Eaux & Forêts ou de la maintenance des Ponts & Chaussées.

Les données sont aussi perdues à cause des facteurs suivants :
• les animaux meurent en dehors des routes,
• les cadavres des animaux sont enlevés par les prédateurs ou les charognards,
• les cadavres des animaux sont cachés par la végétation, la neige ou les débris des bords de route,
• des erreurs et des omissions dans la transmission des informations sur le lieu et/ou sur l'espèce,
• les erreurs aléatoires et systématiques dans le traitement informatique des informations.

Les travaux d'Ueckermann (1969) ont permis d'approcher le rapport des pertes réelles aux pertes déclarées. Ces dernières correspondraient à 17,4% des premières pour le chevreuil, 26,5% pour le sanglier et 43,4% pour le cerf. La grande taille et le poids des cerfs et les dégâts qu'ils occasionnent aux véhicules expliquent que les collisions avec cette espèce font l'objet de déclarations dans une plus forte proportion que celle avec les autres espèces plus petites.

Partant de cette étude allemande, le Centre technique du génie rural, des eaux et des forêts (1978) considérait que l'on pourrait retenir pour la France, un coefficient multiplicateur de 2 à 5 selon les espèces et ce, pour obtenir une estimation plus juste de la mortalité accidentelle.

Afin de quantifier les collisions impliquant la faune sauvage et engendrées par le trafic automobile, nous avons sollicité plusieurs organismes afin de collecter les statistiques disponibles sur ce sujet. A ce titre, nous avons pu récolter des données des organismes suivants :
• Les deux plus importantes compagnies d'assurances du pays (nommées L et F),
• Automobile Club de Luxembourg,
• Police grand-ducale.

La démarche de collecte d'informations sur les collisions des animaux sauvages avec le trafic automobile n'étant pas chose aisée, nous avons diversifié nos sources d'informations afin d'avoir un maximum de données quant à la date, à l'espèce et au lieu de la collision.

Concernant les données sur le développement des infrastructures de transport, nous avons consulté les statistiques disponibles sur les sites web des organismes suivants :
• Service central de la statistique et des études économiques (STATEC) : http://www.statec.lu/
• Administration des Ponts & Chaussées (ministère des travaux publics) : http://www.pch.etat.lu/
• Agence européenne de l'environnement : http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/transport

2.3. Statistiques de chasse

A défaut de comptages réguliers des populations par des techniques d'estimation fiables, l'indice le plus « réaliste » concernant la taille d'une population d'espèce gibier reste le tableau de chasse.

Dans ce cadre, nous avons sollicité le Service de la chasse de l'administration des Eaux et Forêts qui récolte et gère l'ensemble des données statistiques relevant de l'activité de chasse au Luxembourg. Tous les plans de tir tri-annuels instaurés depuis l'année cynégétique 1989/1990 concernant les cervidés ont été consultés. De plus, l'ensemble des statistiques de chasse concernant les espèces cerf et chevreuil ont été analysées.

2.4. Enquêtes

Un questionnaire précis a été adressé à l'ensemble des locataires de chasse répertoriés au Service de la chasse de l'administration des Eaux et Forêts (609 lots répertoriés en septembre 2005).

Cette procédure a pour buts de relever la présence historique du cerf, d'évaluer son type de présence ainsi que les cheminements des cerfs à travers le lot de chasse : un catalogue de questions a été conçu. De plus, une carte du lot de chasse a été annexée au questionnaire afin de motiver et de faciliter les réponses des chasseurs sur les indications de présence, de passage et de conflits route/faune sauvage.

Le locataire de chasse devait se prononcer sur les points suivants:
• historique de la présence des cerfs ;
• présence et distribution des cerfs ;
• axes de déplacements des cerfs ;
• points de passage des cerfs au niveau des routes ou des rivières ;

• points de passages des chevreuils au niveau des routes et des rivières ;
• caractérisation de la présence d'autres mammifères vertébrés d'importance écologique.

2.5. Habitat du cerf

Durant la première étape de cette étude, la caractérisation de l'habitat du cerf a été évaluée à partir des observations des locataires de chasse sur leur terrain. Chaque lieu d'observation a été digitalisé dans un système d'information géographique (SIG, ArcView© 3.3). Par la suite, nous avons comparé l'habitat des points d'observations par rapport à la disponibilité de cet habitat à travers tout le pays : c'est la méthode du choix de second ordre de Johnson (1980).

Pour la distribution des habitats dans le pays, nous avons utilisé la carte digitalisée de l'OBS (cartographie de l'occupation biophysique du sol, ministère de l'environnement, Luxembourg).

La caractérisation de l'habitat du cerf a été étudiée sur 3 niveaux :
a) habitat au niveau du point d'observation,
b) habitat au niveau d'un "buffer" (cercle avec comme centre le point d'observation) avec un rayon de 50 m,
c) habitat au niveau d'un "buffer" avec un rayon de 100 m.

Par ailleurs, la caractérisation de l'habitat du cerf au Luxembourg a été réalisée en utilisant un panel de 15 types d'habitats (tableau 4).

Le choix de ce nombre relativement élevé des types d'habitat a été motivé par l'originalité de cette étude au Luxembourg, et que pour une première approche de la question, il serait judicieux de prendre en considération le maximum de types d'habitat différentiables afin de ne laisser aucun doute de la possibilité d'une utilisation par les cerfs d'un type d'habitat particulier.

La préférence en matière d'habitat (l'habitat utilisé par rapport à l'habitat disponible) a été comparée par l'« independent *t*-test ».

2.6. Corridors du cerf

La caractérisation des habitats des corridors utilisés par les cerfs pour leur déplacement a été réalisée suivant la méthode des "buffers". Dans ce cas, nous avons appliqué une distance de 50 mètres de part et d'autre de l'axe de déplacement des cerfs indiqué sur la carte par le locataire. Les habitats des corridors analysés seront donc représentés par la surface représentant la longueur totale de l'axe de déplacement indiqué par le locataire avec une largeur définie de 100 m.

Le même panel des types d'habitats (n = 15) utilisés pour la caractérisation de l'habitat du cerf a été appliqué pour l'analyse des corridors.

2.7. Modélisation

Nous avons établi un modèle d'expert : le processus de perméabilité du paysage utilise un index de perméabilité d'un paysage pour la faune, basé sur l'information topographique (Holzgang et al. 2001). Sur la base des connaissances actuelles relatives au comportement des différentes espèces et sur la base de la répartition, dans un paysage ouvert, des zones sylvicoles ou des habitats proches de l'état naturel, on peut pronostiquer de manière assez fiable quels seront les cheminements préférés par les animaux sauvages migrateurs.

Dans ce but et grâce à un modèle SIG simple, on a calculé la perméabilité du paysage pour les animaux sauvages. Comme la recherche était surtout axée sur les grands mammifères forestiers, on a accordé une attention particulière au réseau de forêts et surtout aux grandes zones de forêt d'un seul tenant (tableau 1). Les données vertorielles de base proviennent de la cartographie de l'Occupation biophysique des sols (OBS 1999).

Le rapport entre les éléments du paysage et la perméabilité n'étant pas linéaire, le modèle a utilisé le carré des valeurs de classe (= indice de perméabilité).

Tableau 1. Indice de perméabilité d'un paysage pour la faune sauvage, déterminé sur la base d'informations topographiques. Source : Holzgang et al. (2001), modifié.

Classe de milieux	Indice	Description
1	1	Infranchissable : agglomération et autoroute
2	4	Difficilement franchissable ou perturbation considérable: lac ou périmètre d'émission (100m) autour d'une agglomération ou d'une autoroute
3	9	Perméabilité moyenne: paysage ouvert, sans distinction entre agriculture intensive et extensive. La densité routière n'a pas été prise en considération
4	16	Espace de déplacement, surtout pour les animaux forestiers: zone-tampon d'environ 300m autour de la forêt
5	25	Espace pour la colonisation et le déplacement des animaux sauvages: forêt et réserve naturelle

3. Résultats

3.1. Faune sauvage et routes au Luxembourg

L'évolution des infrastructures de transport a suivi une croissance continue depuis la fin du 19ème siècle à nos jours. Cette évolution a surtout été significative au cours de la première moitié du 20ème siècle.

Par ailleurs, le développement des infrastructures de transport a été accompagné d'un accroissement significatif du parc automobile. Pour avoir une idée de cet accroissement, le parc automobile luxembourgeois a été multiplié par 3,15 fois en 34 ans.

De plus, les routes et autoroutes luxembourgeoises ne sont pas fréquentées que par les véhicules propres au parc automobile national. En effet, selon le dernier chiffre fourni par l'Inspection générale de la sécurité sociale (IGSS), 108409 frontaliers travaillaient au Luxembourg au mois de septembre 2003, dont plus de 90% utilisent la voiture comme seul mode de déplacement de leur domicile à leur lieu de travail d'après l'étude du CEPS/INSTEAD (Gerber & Ramm 2004). Selon cette même étude, ces frontaliers automobilistes empruntent de nombreux itinéraires pour accéder à leur lieu de travail ; à ce titre, l'autoroute n'est fréquentée que par moins d'un tiers des automobilistes frontaliers.

Pour les seuls frontaliers, il y a donc plus de 97500 véhicules qui circulent sur les routes luxembourgeoises en plus des 358499 véhicules immatriculés au pays. Il faudra ajouter à tous ces chiffres, les camions et autres gros véhicules de transport de marchandises non encore comptabilisés.

Selon les travaux du CTGREF (1978), on peut appliquer une majoration aux données de mortalité de la faune due au trafic automobile et récoltées auprès de l'administration des Eaux et Forêts. Cette majoration est de 2 fois pour le cerf et 3 fois pour le chevreuil.

En comparant les données de la mortalité routière des cervidés estimées dans le tableau 2 avec celles des effectifs estimés par les locataires de chasse au 1er janvier 2003 et celles des tableaux de chasse, on se rend compte que les pertes dues au trafic routier ont un impact non négligeable sur les populations animales.

Ainsi, et pour l'année de référence 2003, il y aurait 1,06% des cerfs présents sur le territoire luxembourgeois, victimes de la circulation routière, mais surtout 18,4% de leur tableau de chasse (tableau 3). Concernant le chevreuil, se sont 8,56% des effectifs estimés qui seraient victimes du trafic mais cela représente 29,75% du tableau de chasse

Tableau 2. Estimation de la mortalité routière au Luxembourg pour l'année 2003.

Espèce	Pertes totales officielles	Coefficient multiplicateur	Mortalité routière estimée
Cerf	17	2	34
Chevreuil	684	3	2052

Tableau **3.** Comparaison de la mortalité routière globale aux effectifs et aux tableaux de chasse.

Espèce	Mortalité routière estimée	Effectif estimé au 1er janvier 2003	Tableau de chasse 2002/2003
Cerf	34	3192	185
Chevreuil	2052	23972	6898

pour ce gibier! C'est donc une moins-value cynégétique et par conséquent économique significative.

Afin de vérifier la tendance observée au niveau des données officielles des Eaux & Forêts, nous avons récolté les informations sur les dossiers « accidents gibiers » traités par les principales compagnies d'assurances au Luxembourg.

L'augmentation des accidents impliquant les animaux sauvages et qui causent des dégâts aux voitures a été observée dans ce cas aussi. Entre 1994 et 2004, les dossiers traités ont triplé pour la compagnie L, et entre 1997 et 2004, ce nombre a été multiplié par 5 pour la compagnie F (fig. 2).

Enfin, et pour complément d'information, nous avons sollicité les services de l'Automobile Club de Luxembourg qui compte 150 000 membres et qui comptabilise les accidents gibiers depuis 2001, ainsi que la police grand-ducale qui vient de mettre en place un fichier informatique reportant les accidents impliquant les animaux sauvages (données non exploitables).

Si l'on tient compte de l'année de référence 2003, les collisions traitées par espèce ont montré que la majorité des animaux accidentés, qui ont fait l'objet d'un signalement à l'ACL, est composée de chevreuils avec 57% du total des accidents reportés (fig. 3). Les accidents sont inégalement répartis dans le temps : le printemps (avril - mai) apparaît comme la période la plus accidentogène pour la faune sauvage (fig. 4).

3.2. Statistiques de chasse

Les prélèvements des cerfs ont connu au cours du 20ème siècle de très larges fluctuations, allant d'une espèce quasiment en voie d'extinction (au début du siècle) jusqu'à des populations en très nette progression dans leurs habitats naturels. Cet état a été conditionné par des facteurs socio-économiques et politiques différents. Après la seconde guerre mondiale, le nombre de cerfs tirés a

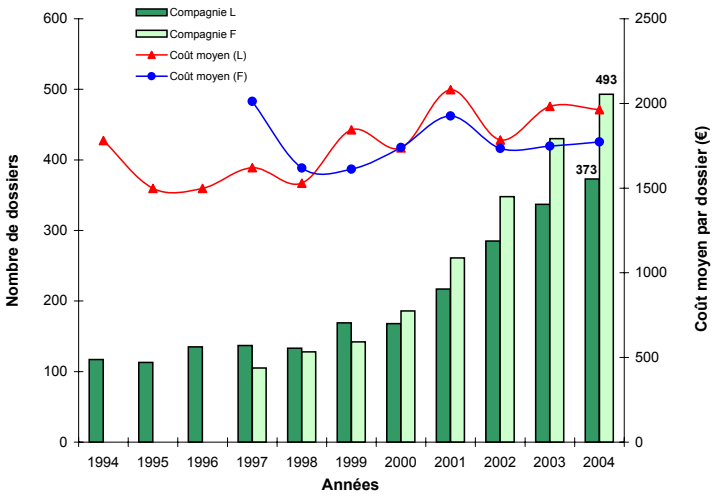


Fig. 2. Dossiers « accidents gibiers » traités par les deux plus importantes compagnies d'assurances au Luxembourg. Source : Données confidentielles.

progressivement augmenté (autour de 30-50 individus tirés/an) et s'est rapidement accru pour atteindre la centaine d'individus en 1963, un premier pic a été constaté en 1980 avec 170 cerfs tirés. Depuis lors, les statistiques de chasse semblent fluctuer plus ou moins fortement selon les années (ex. 84 cerfs tirés en 1998 jusqu'à 202 en 2003 et 158 en 2004).

Concernant les statistiques de chasse, et si l'on considère l'espèce cerf, les données récoltées depuis l'instauration du plan de tir pour ce gibier montrent que les prélèvements ont doublé entre l'année cynégétique 1989/1990 et 2002/2003 passant de 96 individus tirés à 185 puis 151 pour l'année 2003/2004. Durant cette même période, les cerfs trouvés morts, c'est à dire très probablement victimes de collisions avec le trafic routier (ou ferrovier), ont plus que triplé passant de 5 individus recensés à 17 puis à 7 pour l'année passée.

Aussi bien pour les prélèvements directs des cerfs que pour les individus trouvés morts, les données suivaient des fluctuations annuelles parfois importantes : 142 cerfs tirés en 1997, 78 l'année suivante, 85 en 1999 puis 157 en 2000. Ces fluctuations traduisent des variations dans les pratiques cynégétiques selon que l'on estime la population de cerfs " importante" ou non dans son territoire.

Sur les 15 années de suivi (1990-2004), les cerfs ont été prélevés en moyenne sur 45 lots de chasse (minimum 28 en 1999 et maximum 67 en 1994), soit sur 7,4% du total des lots de chasse. Depuis l'instauration du plan de tir aux cervidés, l'enquête annuelle permet de suivre l'évolution des populations au travers des tableaux de chasse par lot ou unité cynégétique.

3.3. Enquête auprès des locataires de chasse

Au mois de septembre 2004, un questionnaire a été envoyé aux 609 locataires de chasse répertoriés à l'administration des Eaux et Forêts. A la date du 31 octobre 2005, nous avons reçu 319 réponses soit 52,4% des sondés, ce qui est, pour ce genre de démarche, statistiquement très acceptable. La consistance des réponses variait selon l'implication des locataires dans leur activité de chasse. De plus, seulement 25 cartes des lots envoyées n'ont pas été retournées avec le questionnaire.

Globalement, les 319 réponses proviennent de toutes les régions du Grand-Duché représentant tous les biotopes (forestier, prairie, agricole,...) et les milieux rencontrés au pays: les données récoltées seront donc représentatives.

L'observation des cerfs a été indiquée dans 105 lots de chasse (fig. 5). Cette présence serait donc sur 32,9 % des lots qui ont répondu à notre questionnaire. Si l'on considère l'année de référence 2003, le cerf a été tiré sur 63 lots soit 10,3% de l'ensemble du territoire luxembourgeois avec 187 têtes tirés et 17 individus trouvés morts. Pour l'année 2004, le cerf a été tiré sur 50 lots soit 8,2% de l'ensemble du territoire avec 151 têtes tirées et 7 individus trouvés morts.

Ces données sont à comparer avec l'attribution de tir de l'espèce pour le plan 2000-2003. En effet, pour cette période, l'administration de tutelle a autorisé les tirs sur presque 50% des lots de chasse avec un total de 1035 têtes sur 3 années, soit 345 têtes/an. On observera très vite l'importance de la différence entre les attributions et les réalisations aussi bien sur le nombre de lots autorisés à tirer des cerfs que sur le nombre total des têtes à prélever.

Par ailleurs, la carte des lots de chasse indiquant la présence des cerfs (fig. 5) montre une distribution significativement plus importante dans l'Oesling que dans le Gutland. Cette dernière région, bien que très urbanisée et traversée par de nombreuses autoroutes et routes importantes, recèle quelques ensembles de petites zones où la présence de cerfs est assez régulière: Colmar/Berg, Bissen, Fischbach, Michelbuch, Ettelbrück, Ermsdorf, Wormeldange, Rosport, Reuland, Colbette, Christnach et au Grünewald principalement.

Concernant les corridors faunistiques, nous nous sommes basés sur les réponses des locataires de chasse à propos des observations de déplacement de cerfs. Au total, nous avons reçu 183 observations de passages de cerfs au niveau des lots de chasse.

Les axes de déplacement des cerfs ont évidemment suivi la répartition des populations. Toutefois, certaines observations de

Tableau 4. Répartition des types d'habitats utilisés par les cerfs au Luxembourg selon les points d'observations des chasseurs. * Description des habitats utilisés: 1 : Tissu urbain, zone industrielle, friches, chantier, réseau routier et cimetière; 2 : Parcs, zones de verdures, terrain de sport, cité jardinière; 3 : Terres agricoles, cultures annuelles; 4 : Vignobles, pépinières et horticultures; 5 : Vergers; 6 : Prairies humides et prairies mésophiles; 7 : Futaie feuillue, taillis de chêne, peupleraies et autres monocultures feuillus; 8 : Forêt résineuse et forêt résineuse mélangée; 9 : Forêt mélangée (feuillus/résineux); 10 : Régénération naturelle, culture forestière, coupe rase et chablis; 11 : Pelouse silicicole, calcaire et pionnière, Landes, sols et roches nus, éboulis; 12 : Surfaces rudéralisées et friches en zones rurales, buissons et prébois; 13 : Roselière, magnocariçaie et bas marais; 14 : Cours d'eau naturel et artificiel; 15 : Plan d'eau artificielle, bras mort, mardelle, bassin et réservoir à ciel ouvert.

ID*	Type d'habitat	% du type d'habitat au pays	Habitat/lieu observation (%)	Habitat/50m de rayon (%)	Habitat/100m de rayon (%)
1	Urbain	9,74	5,70	2,73	2,40
2	Péri urbain	0,70	0,00	0,07	0,06
3	Agricole	17,70	17,38	16,98	16,88
4	Vignoble	0,62	0,00	0,00	0,00
5	Vergers	1,18	0,00	0,04	0,06
6	Prairies	32,04	22,79	22,54	21,84
7	Forêt feuillue	21,10	24,22	25,67	27,29
8	Forêt résineuse	8,56	17,95	19,36	19,28
9	Forêt mixte	0,92	0,57	0,62	0,81
10	Régénération	4,66	9,12	10,06	9,73
11	Pelouses	0,35	0,28	0,09	0,10
12	Milieu rudéral	2,00	1,71	1,74	1,50
13	Roselière	0,08	0,00	0,00	0,00
14	Cours d'eau	0,21	0,28	0,08	0,04
15	Plan d'eau	0,14	0,00	0,02	0,01

passage des cerfs ont été indiquées dans des lots n'ayant pas signalé la présence de cerfs : ceci est tout à fait normal, étant donné les besoins importants en mouvement pour cette espèce (alimentation, reproduction, migration). De plus, de nombreuses indications des cheminements des cerfs ont concerné des périodes passées: années 1960-1970-1980 et années 1990.

Globalement, la figure 6 reporte les axes de déplacement des cerfs observés sur le territoire des lots de chasse durant les dix dernières années (données prises en considérations: depuis 1994). Les corridors indiqués sont généralement des axes de déplacement assez bien connus par les chasseurs.

On remarquera que certaines régions frontalières représentent une zone d'intérêt pour de nombreux axes de déplacement. Ceci est particulièrement visible sur la frontière belge au niveau de la forêt d'Anlier (fig. 6).

3.4. Habitat du cerf au Luxembourg

L'analyse des habitats utilisés par les cerfs, sur base des observations reportées par les locataires de chasse, a été étudiée sur 3 niveaux :

- habitat au niveau du lieu d'observation indiqué sur les cartes,
- habitat au niveau du cercle avec pour centre le lieu d'observation et un rayon de 50 m,
- habitat au niveau du cercle avec pour centre le lieu d'observation et un rayon de 100 m.

Le tableau 4 présente les pourcentages des habitats mis en évidence pour l'ensemble du pays ainsi que pour chaque niveau avec les 15 unités d'habitats pris en considération pour cette étude. Il apparaît qu'au niveau du pays, l'habitat prédominant est celui des prairies, suivit par les forêts feuillues puis par les terres agricoles, les habitats urbains et les forêts résineuses. A eux seuls, ces 5 types d'habitats regroupent 89,14% du territoire luxembourgeois.

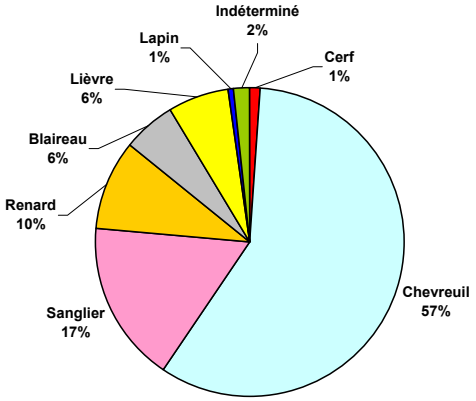


Fig. 3. Dossiers « accidents gibiers » traités par l'Automobile Club Luxembourg (ACL) pour l'année 2003. Répartition par espèce.

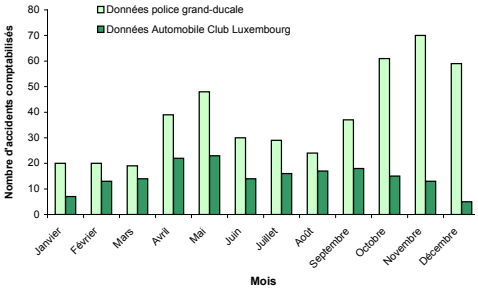


Fig. 4. Dossiers « accidents gibiers » pour l'année 2003. Répartition par mois.

Les cerfs utilisent deux fois plus les régénérations et les forêts résineuses. La forêt feuillue étant utilisée un peu plus que sa disponibilité à travers le pays. Le milieu agricole a été utilisé dans la même proportion que sa disponibilité. Toutefois, les taux observés des habitats disponibles et ceux identifiés au niveau des lieux d'observations des cerfs ne sont pas significativement différents (*t* test : $t = 1{,}102$, d.f. = 14, $p > 0{,}05$).

En comparant les résultats des habitats au niveau des *buffers* avec 50 et 100m de rayon, les différences d'utilisations sont sensiblement identiques. De plus, il n'y a pas de différence significative entre les proportions des habitats identifiés dans ces 2 nivaux d'analyse (*t* test : $t = 0{,}578$, d.f. = 14, $p > 0{,}05$). La figure 7 schématise les proportions utilisées selon chaque niveau d'analyse des habitats.

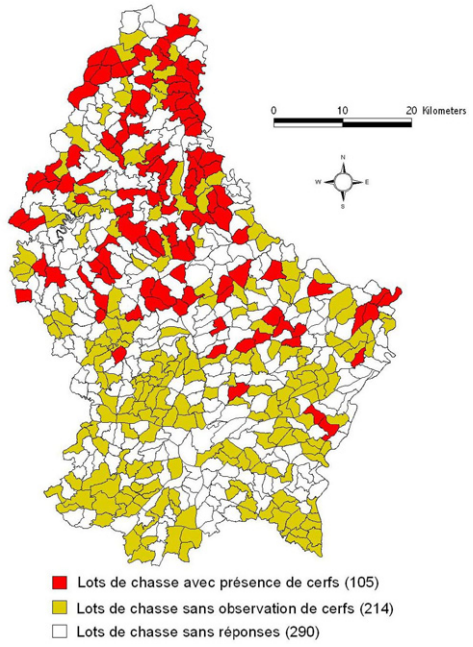


Fig. **5.** Carte de répartition des lots de chasse avec observation de cerfs.

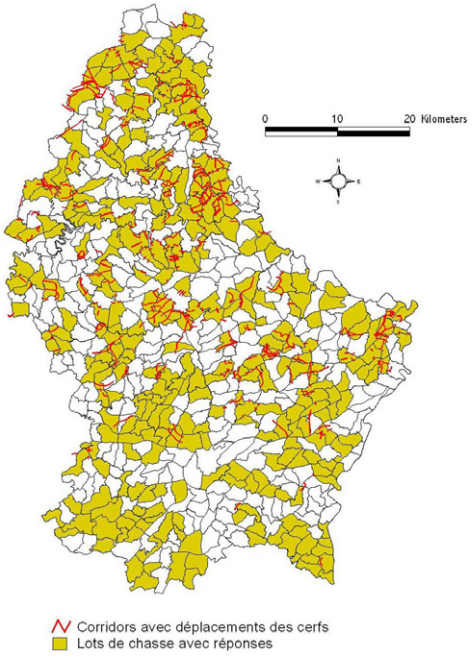


Fig. 6. Carte des corridors des cerfs observés par les locataires de chasse.

Tableau 5. Statistiques concernant la distance entre la forêt et le lieu d'observation des cerfs selon les données des locataires de chasse.

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Distance (m)	353	0,00	398,21	29,72	60,06

Si l'on considère que l'analyse des habitats au niveau du *buffer* avec 100 m de rayon serait la plus représentative, les cerfs ont tendance à utiliser les forêts feuillues comme habitat principal (27,3% des habitats) suivi par les pelouses (21,8%) et les forêts résineuses (19,3%) (fig. 7).

En considérant l'analyse des habitats avec le *buffer* de 100m de rayon, les habitats 2 (péri urbain), 4 (vignoble), 5 (vergers), 9 (forêt mixte), 11 (pelouses), 13 (roselière), 14 (cours d'eau) et 15 (plan d'eau) ne représentent que 1,08% du total des habitats identifiés. Ceux-ci peuvent être considérés comme des habitats non significatifs pour les cerfs au Luxembourg étant donné leur disponibilité et leur taux d'utilisation. Du point de vue statistique, nous n'avons relevé aucune différence significative entre les taux d'utilisation des habitats disponible au pays et ceux avec le *buffer* de 100 m de rayon (t test : $t = 1{,}064$, d.f. = 14, $p > 0{,}05$).

De plus, nous avons cherché à quantifier les distances entre les lieux d'observations des cerfs et la forêt la plus proche (comme indiqué sur les cartes renvoyées par les locataires de chasse). Sur 353 localisations, cette distance est en moyenne de 30 m avec une observation d'une distance maximale de presque 400 m (tableau 5). La distance moyenne reflète une utilisation très intense des lisières de forêts par les cerfs.

3.5. Corridors des cerfs

3.5.1. Les corridors indiqués par les locataires de chasse

En ce qui concerne les habitats calculés pour les axes de déplacements des cerfs tels qu'indiqués par les locataires de chasse, il en ressort que ces axes de déplacement se situent principalement au niveau des forêts feuillues (avec 26,5% d'utilisation) et les prairies (24,4%). Les surfaces agricoles sont aussi bien représentées au niveau des corridors des cerfs avec 21,3% (tableau 6).

En comparant les habitats effectivement utilisés avec ceux disponibles au pays, nous constatons que les cerfs tendent à utiliser davantage les forêts (résineuses et feuillues), les régénérations ainsi que les surfaces agricoles pour leurs déplacements. Par contre, il apparaît que les habitats urbains sont évités (fig. 8).

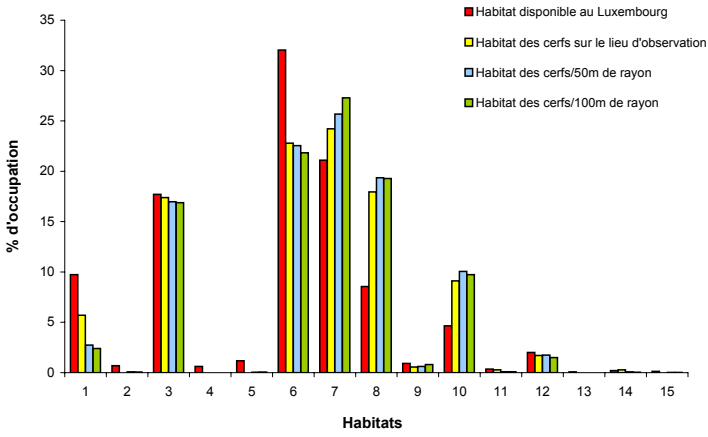


Fig. 7. Caractérisation de l'habitat des cerfs évaluée aux niveau de leur lieu d'observation, du buffer avec comme centre le point d'observation et un rayon de 50 m et du buffer avec comme centre le point d'observation et un rayon de 100 m. Légende des habitats : voir le tableau 4.

Tableau 6. Répartition des types d'habitats utilisés par les cerfs au niveau des corridors observés par les locataires de chasse. * Légende des habitats : voir tableau 4.

ID*	% du type d'habitat au pays	Habitats des corridors (%)
1	9,74	2,09
2	0,70	0,03
3	17,70	21,26
4	0,62	0,14
5	1,18	0,29
6	32,04	24,35
7	21,10	26,53
8	8,56	15,12
9	0,92	1,17
10	4,66	7,52
11	0,35	0,63
12	2,00	0,76
13	0,08	0,06
14	0,21	0,03
15	0,14	0,02

Toutefois, les différences observées entre les proportions des habitats disponibles et ceux identifiés au niveau des axes de déplacements ne sont pas significativement différentes (t = 0,895, d.f. = 14, $p > 0,05$).

Les surfaces agricoles, les prairies, les forêts (feuillues et résineuses) et les régénérations constituent 94,79% de l'ensemble des types d'habitats utilisés par les cerfs au cours de ses déplacements. Il en va de même que les habitats restants dans notre analyse apparaissent donc comme non significatifs.

3.5.2. La perméabilité du Luxembourg selon le modèle

La figure 9 donne à la fois une vue d'ensemble des espaces interconnectés, utilisables par la grande faune (vert) ainsi que les points de conflits identifiés. On peut y voir également le système de connexion faunistique à grande échelle du Luxembourg, construit sur la base des cerfs, c'est-à-dire, en premier lieu, les migrateurs à longue distance. Dans le Gutland, il s'agit surtout des cheminements du chevreuil et du sanglier et, dans certaines zones, de cerf.

Les points de conflits sont, en général, des lieux où les axes de déplacement issus du modèle se retrouvent soit complètement interrompus soit potentiellement menacés par des infrastructures routières ou par l'extension des constructions urbaines. Nous avons recensé 162 points de conflits à travers le pays, dont 95 points (59%) se situent dans le Gutland et 62 (41%) dans l'Oesling. Ces nombres illustrent la conséquence du conflit entre une utilisation humaine intensive (autoroutes, voies ferroviaires à grand trafic, zones d'habitation et installations industrielles, agriculture intensive) et les besoins d'espace des animaux sauvages. Cette carte permet de tirer des conclusions sur les territoires interconnectés à grande échelle, sur les goulets d'étranglement du réseau et sur les obstacles.

La carte suivante (fig. 10) reprend le système de cheminement issu du modèle, couplé avec les axes de déplacement des cerfs comme indiqués par les locataires de chasse. Nous remarquons que dans la majorité des cas, il y a une grande similitude dans les corridors indiqués par les chasseurs et ceux obtenus par le modèle. Ce dernier apparaît donc comme assez réaliste. Toutefois, cette comparaison n'est pas totalement représentative à l'échelle nationale puisqu'il faut considérer l'absence de données au niveau de 290 lots de chasse.

3.5.3. Situation de la connexion dans le Gutland

Dans le Gutland, la fragmentation du paysage apparaît plus importante dans la périphérie de la capitale et dans le sud-ouest (Minette). Plusieurs corridors sont totalement interrompus tandis que plusieurs autres sont menacés de rupture (fig. 9 et 11). Cette région, très urbanisée et fragmentée par de nombreuses autoroutes et autres voies de circulation, semble devenir impénétrable par la grande faune atteignant un niveau de compartimentation très dangereux pour la pérennité des espèces présentes.

Les axes autoroutiers apparaissent comme la principale cause de fragmentation du territoire. Le réseau des autoroutes dans cette région est tel qu'une partie entière du pays

est complètement encadrée de ces infrastructures avec comme conséquence l'enclavement de plusieurs massifs forestiers importants comme la forêt de Bettembourg, de Leudelange et de Kockelscheier. A long terme, et si aucune mesure de défragmentation n'est entreprise dans cette zone, la présence de la grande faune sauvage sera sérieusement mise en danger.

De même, cette situation est observée dans la région entourée par la très fréquentée Nationale 5 qui va de Bascharage à Luxembourg-Ville, par la Collectrice du sud et par l'autoroute Luxembourg-Esch/Alzette.

Du coté est, l'autoroute Luxembourg-Trèves apparaît comme l'infrastructure la moins imperméable puisqu'elle a bénéficié de plusieurs ouvrages soit de perméabilité (viaduc) soit de franchissement (passage à faune). Une étude en cours sur l'efficacité de ces passages (Baghli & Schoentgen 2005) a montré leur utilisation par la grande faune (cerf, sanglier, chevreuil) mais aussi par des espèces d'intérêt communautaire (blaireau, chat sauvage). Ces mesures sont donc très importantes et doivent être réalisées sur l'ensemble du réseau autoroutier actuel et programmé dans les futurs chantiers d'infrastructures de transport.

3.5.4. Situation de la connexion dans l'Oesling

Dans la partie nord du pays, la connectivité des paysages semble moins souffrir de la fragmentation due aux infrastructures humaines. Ce territoire recèle encore d'un maillage des corridors qui semble, théoriquement, bien structuré permettant une connectivité des populations (fig. 9).

Toutefois, si nous étudions de plus près la carte du modèle de perméabilité jointe à ce document, nous pouvons observer que sur de nombreux cas, il existe des situations où la fonctionnalité des corridors est menacée : l'extension de l'urbanisation fait que plusieurs zones d'habitation se rapprochent et risquent de se joindre, interrompant par conséquent le corridor faunistique existant (fig. 12) : Il n'est pas donc nécessaire d'être devant des grandes zones urbaines pour que la menace sur la fonctionnalité des corridors faunistiques soit plus importante.

Par ailleurs, si nous considérons la Nationale 7 qui va de Diekirch jusqu'à Weiswampach, cette route présente un trafic automobile assez soutenu et en progression constante. En plus de la présence de plusieurs villages tout au long du parcours de cette nationale, on remarque une extension urbaine et industrielle qui se développe en parallèle. Ceci constitue un élément d'inquiétude quant au degré de perméabilité futur de ce tronçon.

4. Discussion

A la fin du 20ème siècle, une constatation majeure s'est imposée aux yeux des gestionnaires de la nature et des paysages: la fragmentation des habitats est l'une des causes majeures d'érosion de la biodiversité. La fragmentation affecte les populations en réduisant la superficie des habitats disponibles et en augmentant l'isolement des parcelles, contribuant ainsi à la déconnexion des habitats vitaux. Conséquence ultime de cette fragmentation : la possibilité d'extinction de certaines populations.

Au sein de l'Europe des 15, le Luxembourg apparaît comme le second pays le plus fragmenté derrière la Belgique. Ceci devrait inquiéter sérieusement les autorités compétentes en matières de conservation des habitats et de protection des espèces sensibles. En effets, les autoroutes entourées de clôtures, les routes à forte densité de trafic, les voies de chemin de fer ainsi que les fleuves et rivières à berges bétonnées fragmentent le paysage de notre pays en parcelles ressemblant à des « enclos ». Ceci est particulièrement vrai dans la région du Gutland, où la mobilité des animaux est fortement limitée, ce qui empêche l'échange entre certaines parties de populations. Selon un rapport de l'OCDE (2002), sur les 64 espèces de mammifères sauvages connues au Luxembourg, 33 (soit 51,6%) sont considérées comme menacées. Parmi l'ensemble des pays de l'organisation (31 pays), ce taux est le plus élevé après celui de la Hongrie.

Le développement des infrastructures de transport et des flux du trafic automobile coïncide avec l'augmentation des popu-

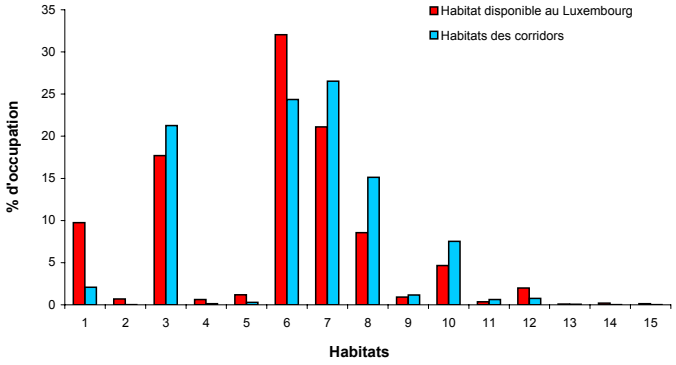


Fig. 8. Caractérisation de l'habitat des corridors des cerfs et comparaison avec la distribution totale de chaque habitat au pays.

lations de certains mammifères sauvages gérées par l'homme. Ceci provoque indéniablement des collisions et des pertes non négligeables d'animaux. Cette problématique a été étudiée chez le cerf et le chevreuil (respectivement les deux espèces indicatrices principale et secondaire). Nos estimations ont mis en évidence que près de 1/5ème des cerfs morts en 2003 étaient victimes des collisions automobiles, et que pour les chevreuils, cette proportion atteint 30% du tableau de chasse.

Les pertes des chevreuils causées par le trafic automobile apparaissent comme très importantes au vu des données récoltées dans notre étude. A l'échelle du Luxembourg et considérant les intervenants dans le monde cynégétique, le coefficient multiplicateur, notamment celui du chevreuil, nous apparaît comme élevé. Les pertes plus faibles des cerfs ne signifient pas pour autant que ceux-ci se soient mieux adaptés à la circulation automobile: De Crombrugghe (1966) signale un tronçon de route de 13km dans la

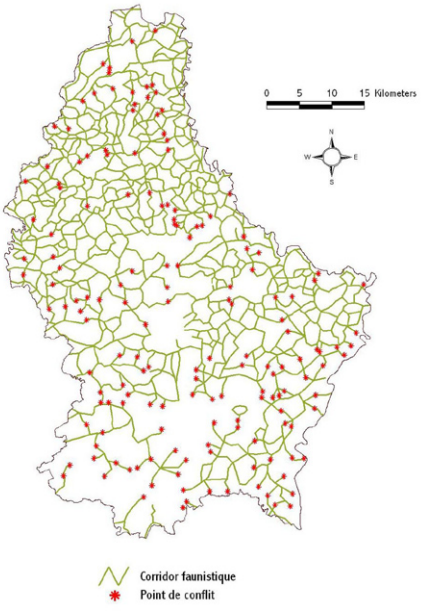


Fig. 9. Carte des corridors faunistiques d'importance nationale et des points de conflits selon le modèle de perméabilité.

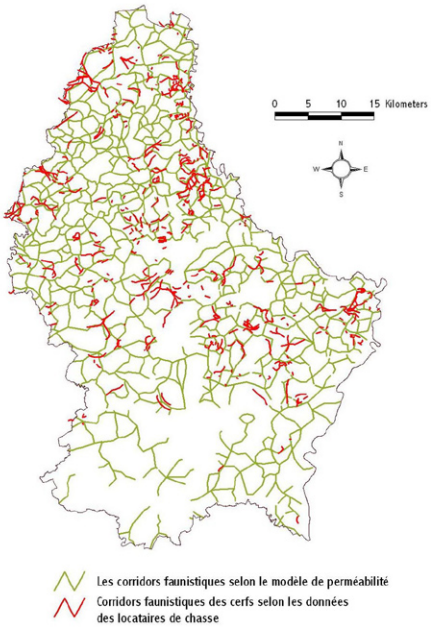


Fig. 10. Les corridors faunistiques au Luxembourg selon le modèle de perméabilité et d'après les indications des locataires de chasse.

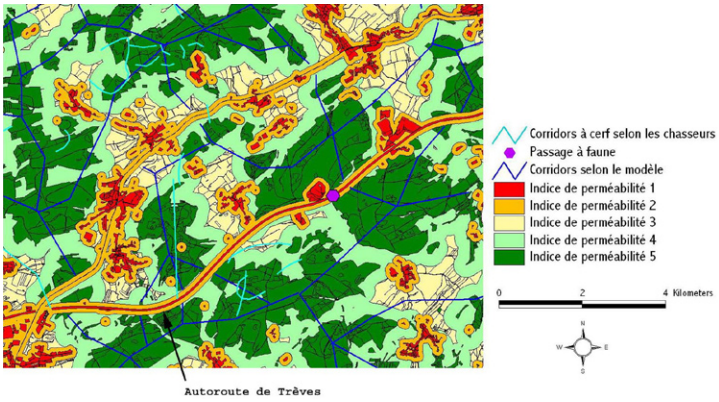


Fig. 11. Cas d'un paysage dans le Gutland. Extrait du modèle de perméabilité. Echelle 1 : 50000. Explications des couleurs : voir le tableau 1.

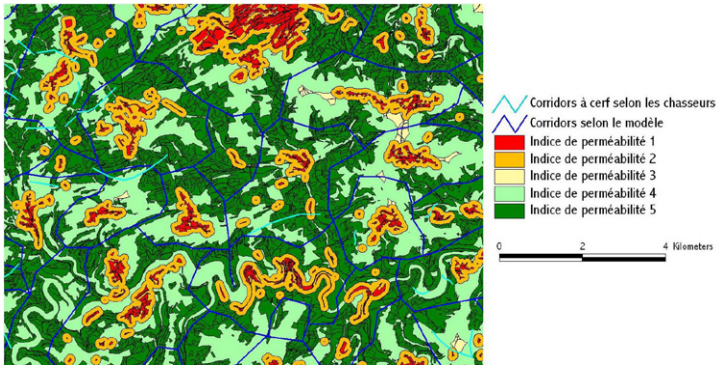


Fig. 12. Cas d'un paysage dans l'Oesling. Extrait du modèle de perméabilité. Echelle 1 : 50000.

province de Liège où, en moyenne, 20 cerfs périssent chaque année. Il apparaît donc que les risques de collisions augmentent dans les habitats favorables aux espèces et riches en populations (massifs forestiers par exemple). Ceci implique qu'une attention particulière devrait concerner les routes, de n'importe quel gabarit, à fort trafic et traversant ces biotopes.

En France, et se selon le Service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA 1993), on peut qualifier de point noir, un tronçon dangereux où on recense, sur trois ans, plus de dix collisions avec un grand mammifère (cerf, chevreuil, sanglier).

Par ailleurs, si nous comparons les données sur les collisions impliquant le cerf, nous remarquerons une différence significative des chiffres selon la source d'information. Pour l'année 2003 : les Eaux et Forêts ont recensé 17 cerfs trouvés morts, l'Automobile Club 2. D'où la difficulté et la prudence dans ce genre de démarche. La collecte d'informations doit toujours tenir compte de plusieurs paramètres qui rentrent en jeu : l'intérêt, la motivation ou la présence sur le terrain de chaque service ou intervenant étant variable, chaque source doit être considérée en rapport avec la pertinence de ses données.

Quant au chevreuil, cette espèce représente plus de la moitié des accidents impliquant la faune sauvage (oiseaux et amphibiens exclus). Une étude des interrelations d'une population donnée avec le réseau routier en France (Cibien 1993) a montré que c'est en février et en mai que les collisions sont les plus nombreuses, avec une recrudescence en automne. L'auteur indique que ces collisions sont dues à la convergence de deux phénomènes, l'activité des animaux et l'activité humaine: en février et en automne (octobre, novembre, décembre), les phases d'activité matinales et crépusculaires des chevreuils correspondent aux heures de circulation importante de sortie des bureaux.

L'analyse des statistiques des collisions présentée dans cette étude est conforme aux constatations relevées en France. En effet, l'augmentation des collisions en avril-mai coïncide avec la période de mise-bas et de la dispersion des jeunes d'un an. Par ailleurs, les mois d'octobre et de novembre sont les plus meurtriers au Luxembourg : cette période suit la coupe du maïs, biotope qui permettait aux chevreuils une source d'alimentation et de refuge.

L'analyse des données brutes récoltées auprès du Service de la chasse et concernant les estimations et les tirs des espèces gibiers confirment la tendance observée au niveau des collisions, à savoir une augmentation des populations depuis l'instauration d'un plan de tir régissant la chasse aux cervidés (1989/2003).

Pour ce qui est de l'espèce cerf, les attributions élevées au cours du premier et du second plan de tir (respectivement 1989/1992 et 1992/1994) correspondaient probablement à une surévaluation des populations; et malgré les attributions plus réalistes qui ont suivi, les prélèvements restent insuffisants. Les fluctuations des tableaux de chasse sur 14 ans montrent l'importance d'un suivi afin d'identifier les lots de chasse ou les unités cynégétiques qui n'arrivent pas à contrôler leurs populations. Ces données sont conformes aux résultats obtenus par Schley & Krier (2006).

Ceci ne sera pas sans conséquences au niveau des dégâts causés aux forêts et sur les accidents routiers résultant d'une surpopulation dans une zone bien localisée et non extensible.

Les résultats de l'enquête auprès des locataires de chasse ont révélé des informations très importantes et originales, notamment sur les axes de déplacement des cerfs. Les données analysées ont mis en évidence une répartition inégale des cerfs à travers le pays : la majorité des populations se retrouvent dans l'Oesling. La proximité de massifs à cerfs dans les régions frontalières belges et allemandes facilite cette présence et les échanges entre individus. Par ailleurs, d'importantes populations résident toujours dans le Gutland, notamment dans des massifs historiquement riches en cerfs.

De plus, et selon les observations de nombreux locataires de chasse, une colonisation ponctuelle et parfois permanente a été remarquée sur certains lots. Par ailleurs, une présence, non négligeable d'un point de vue écologique, de cette espèce a été signalée au sud de l'autoroute E44 Luxembourg-Trèves (observation confirmée sur le terrain) : ce qui laisse à penser que les individus présents dans cette zone ont traversé soit des autoroutes, soit des fleuves, soit des zones très urbanisées pour y arriver.

Nous avons aussi reçu une indication de présence de cerf (2 individus : une biche et un daguet) dans la région de Dippach (observation non confirmée sur le terrain). Cette information succède à celle relatant la collision, il y a quelques années (1997/1998), entre un cerf et un automobiliste sur la route entre Dippach et Bertrange (information confirmée). De plus, il a été observé quelques « incursions éphémères » de cerfs à partir des territoires frontaliers français : dans la réserve du Ellergronn (Esch-sur-Alzette) et dans le lot de Dudelange.

Les habitats des cerfs analysés à partir des indications fournies par les locataires de chasse ont révélé une utilisation conforme à l'éthologie de l'animal. En effet, les besoins en alimentation des cerfs font qu'ils utilisent les surfaces ouvertes intensivement : les prairies sont donc naturellement des habitats utilisés pour le gagnage. En outre, les surfaces agricoles procurent aux cerfs des habitats non négligeables étant donné leur valeur ajoutée en terme de source d'alimentation. Toutefois, leur utilisation n'a pas été intensive par rapport leur disponibilité.

Si nous considérons que l'analyse des habitats utilisant le *buffer* avec 100m de rayon est la plus représentative, nous observons que les cerfs évitent les environnements anthropisés et utilisent les forêts à hauteur de 46,6% de leurs habitats.

Même si les forêts feuillues viennent en tête des habitats utilisés par les cerfs, les forêts résineuses sont sensiblement plus fréquentées par rapport à leur disponibilité dans le paysage. Ceci correspond naturellement

aux besoins de couvert et de protection nécessaire à l'espèce vis-à-vis de ses prédateurs (l'homme).

Une remarque s'impose dans cette analyse : l'utilisation des régénérations naturelles ainsi que les cultures forestières semble assez intéressante à relever du fait que cet habitat semble être utilisé doublement par rapport à sa disponibilité dans le pays. Ceci confirme l'attirance de ce genre de biotope riche en jeunes pousses tendres et attrayantes, mais qui peut constituer une menace pour les pratiques sylvicoles si l'équilibre forêt-cervidés est rompu.

Concernant l'habitat des corridors signalés par les locataires de chasse, il n'y a pas de grande différence dans l'utilisation des habitats (*buffer* 100 m) des cerfs observés, sauf que les milieux ouverts (prairies et surfaces agricoles) ont été plus utilisés que leur disponibilité et au dépends des milieux forestiers. Les proportions de ces 2 entités d'habitats restent toutefois égales : 46% pour les milieux ouverts et 42% pour les milieux forestiers.

Nous devons toutefois relativiser les résultats des analyses des habitats à cause des facteurs influençant l'exactitude des informations reçues. En effet, nos résultats sont basés principalement sur les indications reportées par les locataires de chasse via le questionnaire envoyé. Sans mettre en doute la motivation des personnes qui ont bien voulu répondre, les indications reçues restent sujettes à une marge d'erreur.

La méthode utilisée dans notre étude présente aussi ses limites. En effet, l'évaluation de l'habitat basée sur la méthode des *buffers* est aussi sujette à discussion. Cette méthode inclus des zones d'habitats qui ne sont jamais utilisé par les animaux. C'est pour cette raison aussi que nous nous sommes limités à un *buffer* avec 100 m de rayon pour définir l'habitat potentiel des cerfs au Luxembourg. Au-delà, le risque d'inclure des habitats complètement inadéquats pour cette espèce (par exemple : habitation humaine, plan d'eau) est très élevé.

De plus, sauf les rares rencontres au bout d'un virage, les observations des cerfs ne sont généralement pas le fruit d'un hasard : celles-ci se sont produites lors de chasses, de battues ou d'observations à partir des miradors (généralement installés à la lisère des forêts). Les habitats mis en évidence dans cette étude sont donc forcément influencés par ce paramètre.

Enfin, il y a lieu de relever encore avant tout que les corridors faunistiques ne doivent pas être protégés, conservés ou reconstruits uniquement pour eux-mêmes, mais parce que chacun d'entre eux est une pièce du réseau composé par les zones réservoirs et le système de connexion. Ce projet s'est principalement occupé de cette problématique sur les grands mammifères, pour la simple raison que leur étude permettait de relever assez facilement un système de connexion à grande échelle réellement ou potentiellement existant au Luxembourg. Cela ne veut pas dire, cependant, que les grands mammifères sont les seuls à bénéficier des corridors faunistiques. Théoriquement tous les animaux terrestres, y compris les petits mammifères et les invertébrés, peuvent utiliser les corridors existants comme habitat ou pour leur expansion. Les corridors doivent simplement correspondre à leurs exigences spécifiques, alors que pour les grands mammifères, leur ampleur et leur disposition ont aussi une importance déterminante (Pfister et al. 1997).

L'étude récente de Frantz et al. (2006) montre clairement la nécessité de maintenir une connectivité entre les cerfs des différentes régions autour du Grand-Duché, afin de permettre la présence de populations durables sur le territoire luxembourgeois et d'éviter ainsi des lâchers dans la nature d'individus dont on ignore l'origine.

En conclusion, le réseau écologique national représente une vision stratégique, incitative et évolutive, qui n'est pas destiné à devenir un instrument contraignant. Il vise avant tout à visualiser une situation d'ensemble du point de vue de la protection de la nature et du paysage et à encourager les différents responsables à intégrer, dans les activités ayant des effets sur le territoire, la dynamique de l'interconnexion des habitats de la vie sauvage et des espaces vitaux ainsi que la notion de réseaux écologiques, afin de sauvegarder durablement notre biodiversité et nos paysages.

Remerciements

Nous remercions particulièrement le Service de la chasse de l'administration des Eaux et Forêts et sa direction pour leur précieuse collaboration à cette étude. Nous sommes aussi reconnaissants à l'administration des Ponts et Chaussées, l'Automobile Club de Luxembourg, la police grand-ducale ainsi qu'à la direction des deux compagnies d'assurances pour toutes les informations communiquées. Nos vifs remerciements vont à tous les locataires de chasse qui ont répondu aussi précisément que possible à notre questionnaire. Nous remercions aussi Laurent Schley et Alain Licoppe pour leur relecture du manuscrit.

Bibliographie

Baghli, A. & F. Schoentgen, 2005. Transportation infrastructures and wildlife conflicts in Luxembourg: First evaluation of the effectiveness of fauna passages on the E44 motorway. Proceedings of the XXVIIth Congress of the International Union of Game Biologists (Hanover, 28 September - 3 October 2005): p. 268.

Burel, F., 1992. Effect of landscape structure and dynamics on species diversity in hedgerow networks. *Landscape Ecology* 6: 161-174.

Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (CTGREF), 1978. Autoroute et grand gibier. Ministère de l'Agriculture, note technique 42, 41 pp.

Cibien, C., 1995. Étude des interrelations entre une population de chevreuils et le réseau routier. Rapport final. Groupe de Recherche et d'Étude pour la Gestion de l'Environnement (GREGE), 23 pp. et figures.

De Crombrugghe, S. A., 1966. Accidents résultant de l'irruption du grand gibier sur les voies de circulation automobile. *Bull. du Groupe de Travail pour l'Étude de l'Équilibre Forêt, Gibier* 1: 13-17.

Frantz, A.C., J. T. Pourtois, M. Heuertz, L. Schley, M.C. Flamand, A. Krier, S. Bertouille, F. Chaumont, T. Burke, 2006. Genetic structure and assignment tests demonstrate illegal translocation of red deer (*Cervus elaphus*) into a continuous population. *Molecular Ecology* 15: 3191-3203.

Gerber, P. & M. Ramm, 2004. Vers une catégorisation des déplacements domicile - travail des frontaliers luxembourgeois en 2003. CEPS/INSTEAD. Population & Territoire, 16 pp. (www.ceps.lu).

Holzgang, O., H.P. Pfister, D. Heynen, M. Blant, A. Righetti, G. Berthoud, P. Marchesi, T. Maddalena, H. Müri, M. Wendelspiess, G. Dändliker, P. Mollet & U. Bornhauser-Sieber, 2001. Les corridors faunistiques en Suisse. Cahier de l'environnement 326, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Société suisse de biologie de la faune (SSBF) & Station ornithologique suisse de Sempach, Bern, 120 pp.

Johnson, D. H., 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61: 65-71.

Kouki, J. & S. Löfman, 1999. Forest fragmentation: processes, concepts and implications for species. In: Key concepts in landscape ecology (J.W. Dover & R.G.H. Bunce, eds): 187-204. Garstang, UK: UK IALE, Colin Cross Printers.

Pfister, H.P., V. Keller, H. Reck & B. Georgii, 1997. Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik 756, 590 pp.

Schley L. & A. Krier, 2006. Geographic distribution of the red deer *Cervus elaphus* in Luxembourg. *Bull. Soc. Nat. luxemb*. 106: 113-116.

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), 1993. Passages pour la grande faune - Guide technique. SETRA, Centre de la Sécurité et des Techniques Routières, 121 pp.

Skånes, H. & R.G.H. Bunce, 1997. Directions of landscape change (1741-1993) in Virestad, Sweden characterised by multivariate analysis. *Landscape and Urban Planning* 38: 61-76.

Stanners, D. & P. Bourdeau, 1995. Europe's Environment. The Dobris Assessment. Copenhagen, Denmark: European Environmental Agency.

Ueckermann, E., 1969. Wildverluste durch den Strassenverkehr und Verkehrsunfälle durch Wild im Lande Nordrhein-Westfalen im Jagdjahr 1967-1968. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 15: 109-117.

Vignon, V., 1999. Le cerf et l'aménagement du territoire dans le sud-ouest de l'Ile de France. Actes des 3ème rencontres « Routes et Faune Sauvage » du 30 septembre au 2 octobre 1998, Strasbourg, Conseil de l'Europe: 337-342.