

Le Cerf élaphe

Cervus elaphus Linnaeus, 1758

Mammifères, Ongulés, Cervidés



Photo : Philippe Gourdain

Cette fiche propose une synthèse de la connaissance disponible concernant les déplacements et les besoins de continuités écologiques du Cerf élaphe, issue de différentes sources (liste des références *in fine*).

Ce travail bibliographique constitue une base d'information pour l'ensemble des intervenants impliqués dans la mise en œuvre de la Trame verte et bleue. Elle peut s'avérer, notamment, particulièrement utile aux personnes chargées d'élaborer les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). Le Cerf élaphe appartient en effet à la liste des espèces proposées pour la cohérence nationale des SRCE¹.

Pour mémoire, la sélection des espèces pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue repose sur deux conditions : la responsabilité nationale des régions en termes de représentativité des populations hébergées ainsi que la pertinence des continuités écologiques pour les besoins de l'espèce. Cet enjeu de cohérence ne vise donc pas l'ensemble de la faune mais couvre à la fois des espèces menacées et non menacées. Cet enjeu de cohérence n'impose pas l'utilisation de ces espèces pour l'identification des trames régionales mais implique la prise en compte de leurs besoins de continuités par les SRCE.

Régions où l'espèce est proposée comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB



-  Région où l'espèce est absente ou très marginale
-  Région où l'espèce est présente mais **n'est pas proposée pour être retenue** comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB
-  Région où l'espèce est présente et **est proposée pour être retenue** comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB

¹ Liste établie dans le cadre des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques qui ont vocation à être adoptées par décret en Conseil d'Etat en 2012.

POPULATIONS NATIONALES

Aire de répartition

<p>Situation actuelle</p> <p>D'après : Julien <i>et al.</i>, 2010 Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 Pfaff <i>et al.</i>, 2008 Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012 UICN <i>et al.</i>, 2009</p>	<p>Un inventaire zoogéographique des populations de Cerf élaphe est réalisé périodiquement depuis 1985 par le réseau ONCFS/FNC/FFDC (Office national de la chasse et de la faune sauvage/Fédération nationale de chasse/Fédérations départementales des chasseurs) du Centre national d'étude et de recherche appliquée (CNERA) Cervidés-Sanglier (Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012).</p> <p>En 2005, le Cerf élaphe était présent dans 80 départements et occupait près de 137 000 km², soit 29 % du territoire national (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008 ; Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012). Les forêts de feuillus et les terres arables sont les milieux les plus représentés avec respectivement 23 % et 21 % de la superficie totale occupée par le Cerf élaphe en 2005 (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008 ; Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012). Le Cerf élaphe occupe au final 45 % des forêts françaises en 2005 (Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012). En 2005, l'effectif national était compris entre 130 000 et 175 000 individus (avant naissances) (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012). Le Cerf élaphe est classé dans la catégorie « Préoccupation mineure » de la liste rouge MNHN/UICN des mammifères de France métropolitaine élaborée en 2009 (UICN <i>et al.</i>, 2009).</p> <p>Dans la mesure où le Cerf élaphe parcourt de grandes distances et occupe de grandes surfaces, ses populations françaises sont fréquemment partagées entre régions administratives voisines (Julien <i>et al.</i>, 2010). Par exemple, les noyaux de populations du Nord de l'Île-de-France sont fonctionnellement liés aux populations de Picardie (Julien <i>et al.</i>, 2010). D'autres continuités existent aussi entre les populations de Rambouillet et de la Normandie par la forêt de Dreux ou encore entre celles de l'Essonne et la forêt d'Orléans (Julien <i>et al.</i>, 2010). Le maintien de ces échanges interpopulationnels à large échelle est primordial au regard de la sensibilité à l'isolement que présente le Cerf élaphe (cf. item « Fragmentation » plus loin).</p>
<p>Évolution récente</p> <p>D'après : Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Duquet & Maurin, 1992 ONCFS, 2012a Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 Pfaff <i>et al.</i>, 2008 Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012</p>	<p>Le Cerf élaphe était autrefois présent dans toutes les grandes forêts du pays (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Duquet & Maurin, 1992). Au XX^{ème} siècle, il a disparu de la moitié Sud de la France (Duquet & Maurin, 1992). En effet, après la révolution française, la libéralisation du droit de chasse de cette espèce réservée historiquement à l'aristocratie a provoqué une forte régression du Cerf élaphe sur notre pays (ONCFS, 2012a).</p> <p>Depuis le début du XX^{ème} siècle, il a été réintroduit avec succès dans la plupart des massifs forestiers favorables en Gascogne, Alpes, Pyrénées, Massif central et ses effectifs se sont accrus, en particulier dans l'Est (Duquet & Maurin, 1992 ; ONCFS, 2012). Près de la moitié des 320 populations présentes aujourd'hui en France sont donc issues des repeuplements effectués à partir des années 50 (ONCFS, 2012a).</p> <p>L'inventaire zoogéographique cité plus haut montre une forte progression de l'aire de répartition du Cerf élaphe en France (ONCFS, 2012a). Par exemple, en 1985, le Cerf élaphe n'occupait que 25 % des forêts françaises puis 39 % en 2000 (Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012). De 1985 à 2005, l'aire de présence globale a été multipliée par 1,9 et l'estimation de l'effectif national par 3,9 (Pfaff <i>et al.</i>, 2008 ; Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2012).</p> <p>C'est dans la moitié Sud de la France que les effectifs augmentent le plus, notamment en Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes (Pfaff <i>et al.</i>, 2008). Trois départements ont vu leurs effectifs diminuer depuis 1985 : Territoire de Belfort, Jura et Calvados (Pfaff <i>et al.</i>, 2008). Le nombre de départements n'hébergeant aucune population de Cerf élaphe, lui, reste constant depuis 20 ans (Pfaff <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>Parallèlement à cette progression d'effectifs, les prélèvements cynégétiques ont eux aussi augmenté, multipliés par 3,8 depuis 1980 ; le Sud-Ouest étant le plus concerné par cette progression (ONCFS, 2012a). Les prélèvements cynégétiques étaient de 9 358 individus en 1985, 39 621 en 2005 puis 49 000 en 2009-2010 (ONCFS, 2012a ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>La réintroduction du Cerf élaphe en Corse, d'où il avait disparu dans les années 60, a débuté en 1998 à partir d'individus de Sardaigne que l'on suppose être de la même origine génétique (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008). En 2005, la population libre était estimée à 160 individus, occupant une superficie de 132 km² (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008).</p>
<p>Phylogénie et phylogéographie</p> <p>D'après : Ludt <i>et al.</i>, 2004 Stankovic <i>et al.</i>, 2011</p>	<p>Le Cerf élaphe est, parmi les Cervidés, l'espèce dont l'aire de répartition est la plus étendue à travers le monde (Ludt <i>et al.</i>, 2004). Plus de 22 sous-espèces sont identifiées sur la base de caractères morphologiques (taille des bois par exemple) mais la frontière entre certaines sous-espèces est parfois floue et pas toujours reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique (Ludt <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Une étude génétique a été menée sur 50 populations du genre <i>Cervus</i>, échantillonnées de l'Europe à la Russie et également dans le Nord de l'Afrique, afin de mieux comprendre si une seule espèce <i>Cervus elaphus</i> existe et comprend plusieurs sous-espèces ou si plusieurs espèces sont en réalité identifiables génétiquement (Ludt <i>et al.</i>, 2004). Les résultats montrent que les populations étudiées forment deux groupes génétiquement distincts entre l'Est et l'Ouest de l'Eurasie qui pourraient ainsi correspondre à deux espèces différentes (Ludt <i>et al.</i>, 2004). Le groupe Est rassemble 3 sous-groupes génétiques et le groupe Ouest 4 sous-groupes (Europe de l'Ouest, Balkan, Afrique, Middle-Est) (Ludt <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Les premiers Cervidés seraient apparus en Asie (région actuelle du Hindukush) entre l'Oligocène et le Miocène il y a 25 millions d'années (Ludt <i>et al.</i>, 2004). Au fil des transgressions et régressions maritimes et des multiples glaciations et réchauffements du climat, les Cerfs seraient arrivés en Europe depuis Hindukush (Ludt <i>et al.</i>, 2004) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de manière directe, en contournant les Alpes par le Nord et en se répandant en France, Angleterre et Espagne ; - par bonds successifs, d'abord vers le Middle-Est puis de là, simultanément, vers l'Afrique et vers les Balkans. <p>Une fois l'aire de répartition étendue, les différentes populations ont subi des spéciations du fait des différentes barrières naturelles (montagnes, ...). Par exemple, parmi le groupe Ouest, les Alpes constituent une barrière entre les deux sous-groupes « Europe de l'Ouest » et « Balkans » (Ludt <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Durant le Pléistocène, le Crimea (montagnes d'Ukraine) aurait servi de zones refuges et aurait donc ensuite joué un rôle majeur dans la recolonisation des Cervidés en Europe à la fin du Pléistocène (Stankovic <i>et al.</i>, 2011). Des os</p>

	datant du Pléistocène ont récemment été retrouvés dans cette région et constituent les plus anciens échantillons d'ADN de Cerf élaphe connus à ce jour (Stankovic <i>et al.</i> , 2011).
Sédentarité/Migration	
Statut de l'espèce D'après : com. pers. Carsignol, 2012 Georgii, 1980 Kleveland, 2007 Luccarini <i>et al.</i> , 2006 Pépin <i>et al.</i> , 2008 Voelk & Glitzner, 1998	<p>Dans les Alpes bavaroises (Sud ouest de l'Allemagne), Georgii (1980), observe deux comportements très différents chez le Cerf élaphe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - certains individus restent toute l'année au même endroit dans les vallées et les parties les plus basses des montagnes, - d'autres individus restent au même endroit dans la vallée, en automne, hiver et printemps puis migrent ensuite vers les hauteurs pour y passer l'été, avant de redescendre vers l'automne dans la vallée. Ces individus effectuent donc clairement une migration verticale (Georgii, 1980). <p>Ce comportement migratoire permettrait aux individus de diversifier leurs ressources alimentaires au cours de l'année (Georgii, 1980).</p> <p>L'existence d'individus sédentaires et d'individus migrants au sein des populations de Cerf élaphe a également été constatée en Italie par Luccarini <i>et al.</i> (2006), en Norvège par Kleveland (2007) ou encore en Autriche (<i>in</i> Voelk & Glitzner, 1998).</p> <p>En France, des migrations verticales de même type sont observées dans la vallée de la Maurienne (Savoie) : les cerfs migrent au printemps vers des zones de plus grande altitude à la suite de la fonte des neiges puis font l'inverse à l'automne ; ils peuvent aussi effectuer des migrations de versant à versant (com. pers. Carsignol, 2012).</p> <p>Pépin <i>et al.</i> (2008) ont également constaté un comportement migratoire dans le Parc des Cévennes où une partie des individus effectuent des déplacements altitudinaux entre des quartiers d'été et des quartiers d'hiver en passant entre les deux par une zone de rut. Par contre, Pépin <i>et al.</i> (2008) observent à la fois des individus « montants » (altitude en été et vallée en hiver) et des individus « descendants » (altitude en hiver et vallée en été). Cette migration « inversée » pourrait s'expliquer par la présence de milieux d'altitude très escarpés et donc où l'enneigement ne tient pas ; or l'enneigement constitue en général ce qui pousse les Cerfs élaphe à migrer (Pépin <i>et al.</i>, 2008). Une migration inversée, et expliquée de la même façon, a déjà été observée chez le Cerf sika (<i>Cervus nippon</i> Temminck, 1838) au Japon par Igota <i>et al.</i> (2004 <i>in</i> Pépin <i>et al.</i>, 2008).</p>
ÉCHELLE INDIVIDUELLE	
Habitat et occupation de l'espace	
Habitat D'après : Aulagnier <i>et al.</i> , 2010 Debeljak <i>et al.</i> , 2001 Duquet & Maurin, 1992 ONCFS, 2012a Patthey, 2003 Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 Pfaff <i>et al.</i> , 2008	<p>Le Cerf élaphe habite les forêts de feuillus ou mixtes, les forêts méditerranéennes (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010), les friches épaisses (ONCFS, 2012a). Il recherche surtout les forêts denses (ONCFS, 2012a) au sous-bois épais (Duquet & Maurin, 1992), présentant un couvert herbacé lui aussi dense (Patthey, 2003).</p> <p>Pour Debeljak <i>et al.</i> (2001) le Cerf élaphe occupe les forêts comportant 42 à 49 % de conifères et caractérisées par un volume de bois de 150 m³/ha. En France, le type de forêt occupée par le Cerf élaphe a évolué : en 1985, les forêts de feuillus et de résineux étaient occupées dans des proportions similaires alors qu'en 2005, 50 % des forêts de conifères sont occupées contre 37 % de forêts de feuillus (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009). Cette évolution peut s'expliquer par le fait que le cerf a beaucoup plus progressé dans les zones de montagne où les forêts sont principalement résineuses (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009).</p> <p>Le Cerf élaphe fréquente aussi les zones ouvertes, pour son alimentation la nuit : les prairies et les landes (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010), les cultures et les clairières (ONCFS, 2012a). Au final, une zone à cerf se compose donc généralement de deux parties : une zone forestière à laquelle les cerfs sont inféodés et une zone périphérique majoritairement agricole qui est plus ou moins fréquentée par les animaux (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>Toutefois, l'utilisation des différents habitats disponibles varie suivant la classe altitudinale concernée (Pfaff <i>et al.</i>, 2008). Ainsi, en dessous de 600 m d'altitude, le cerf est nettement inféodé aux forêts de feuillus ou de résineux (Pfaff <i>et al.</i>, 2008). En moyenne et haute montagne, il sélectionne moins les habitats et les utilise proportionnellement aux disponibilités (Pfaff <i>et al.</i>, 2008). Au cours de son étude menée dans le Jura, Patthey (2003) constate que le Cerf élaphe ne sélectionne clairement pas les habitats ouverts de type prairies, pâtures ni même forêts ouvertes.</p> <p>Le Cerf élaphe recherche les forêts les plus tranquilles : sa distribution est négativement corrélée à la distance et à la fréquence en bâti (Patthey, 2003). Pour Debeljak <i>et al.</i> (2001), la distance minimale aux habitations ne descend pas en dessous de 600 m et peut aller jusqu'à 3,1 km. Les routes aussi sont évitées, aussi bien les grandes routes que les pistes de forêts dès qu'elles sont carrossables, alors que les voies pédestres n'ont qu'un faible effet (Patthey, 2003). La tolérance de l'espèce semble quand même pouvoir varier en fonction des contextes. Vignon (com. pers., 2012) a déjà observé des traces sur des chantiers de type TGV en construction, d'individus venus parcourir les mouvements de terrain en cours ou monter sur les buttes de matériaux récemment remaniés. La gêne pourrait aussi être fonction du caractère irrégulier et inhabituel de la nuisance. Ainsi, en forêt de Fontainebleau (Ile-de-France), il est courant d'observer des cerfs ou des biches couchés à moins de 10 m de la RN7 (le trafic de plus de 20 000 véhicules/jour étant continu, il ne semble pas gêner les cerfs qui s'y habituent) (com. pers. Vignon, 2012) alors que des perturbations de type VTT, chasse ou joggers éloignent immédiatement les cerfs de par leur caractère inhabituel et occasionnel donc surprenant (com. pers. Carsignol, 2012).</p>
Taille du domaine vital D'après :	<p>En moyenne, le domaine vital d'un groupe matriarcal (biches adultes et leur progéniture de 1 et 2 ans) couvre 500 à 2000 ha et le domaine vital d'un groupe de mâles de 5-6 ans peut couvrir 1 100 à 3 000 ha (Strom & Hamann, 2009).</p> <p>Généralement, un domaine vital correspond pour 43 % à une surface forestière et pour 57 % à une surface</p>

<p>Georgii, 1980 Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 Pfaff <i>et al.</i>, 2008 Strom & Hamann, 2009</p>	<p>majoritairement agricole (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff <i>et al.</i>, 2008). Le domaine vital, notamment des mâles, est le plus souvent constitué d'un ensemble de sites de superficies variables qui ne sont pas contigus. Ils sont habituellement rejoints par les mêmes voies de passage (com. pers. Vignon, 2012).</p> <p>Certaines parties de son domaine vital sont préférées et fréquentées beaucoup plus souvent que d'autres par un individu (Georgii, 1980 ; Strom & Hamann, 2009). Elles forment une zone « cœur » qui couvre 10 à 15 % du domaine vital (Strom & Hamann (2009) mais qui change en général d'une année à l'autre (Georgii, 1980). Dans les Alpes, cette zone cœur correspond souvent aux boisements ouverts (Georgii, 1980).</p> <p>Selon leur caractère migrateur ou sédentaire, certains animaux possèdent un seul domaine vital utilisé toute l'année alors que d'autres en possèdent deux (Georgii, 1980). Certains individus en possèdent même trois, en raison de l'existence d'un domaine vital intermédiaire à mi-altitude, servant de halte entre le quartier de printemps/automne et celui d'été pour la migration verticale (Georgii, 1980).</p> <p>Les surfaces constatées par Georgii (1980) sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 65 ha +/- 22 ha pour le domaine vital hivernal qui est le plus petit de tous, - 167 ha +/- 45 ha pour celui de printemps et d'automne, qui est 2 à 3 fois plus grand que celui d'hiver, - 121 ha +/- 26 ha pour celui d'été. <p>L'ensemble de ces valeurs n'incluent pas les surfaces utilisées comme routes migratoires entre les domaines vitaux. Pour les animaux non migrants, comportant donc un seul domaine vital, Georgii (1980) l'évalue à 171 ha +/- 20 ha, soit à peu près la taille de celui d'automne/printemps des animaux migrants.</p>
--	---

Déplacements

<p>Modes de déplacements et milieux empruntés</p> <p>D'après : Carsignol, 2008 Duquet & Maurin, 1992 Edge & Marcum, 1985 Frair <i>et al.</i>, 2005 Hernandez & Laundré, 2005 Patthey, 2003 Pérez-Espona <i>et al.</i>, 2008 Ryckman <i>et al.</i>, 2010 Kie <i>et al.</i>, 2005 Vignon, 2009</p>	<p>Le Cerf élaphe peut effectuer des bonds jusqu'à 14 m de longueur et de 2 à 2,5 m de hauteur (Carsignol, 2008) voire jusqu'à 3 m de haut (Duquet & Maurin, 1992). Le Cerf élaphe peut également nager, au moins en eau douce (Pérez-Espona <i>et al.</i>, 2008). Un individu a également été vu en train de nager en mer à plusieurs centaines de mètres des côtes (com. pers. Vignon, 2012).</p> <p>D'une manière générale, les mouvements du Cerf élaphe sont conditionnés par la distribution des ressources alimentaires, de l'agriculture, de l'horticulture et des zones de loisirs au sein d'un paysage (Van Dyke <i>et al.</i> 1998 <i>in</i> Ryckman <i>et al.</i>, 2010). Pour Schwartz et Mitchell (1945 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985) et pour Mackie (1970 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985), la disponibilité et les préférences alimentaires constituent même le déterminant principal.</p> <p>Les éléments du paysage, y compris à large échelle, déterminent les voies de déplacements : dans l'étude de Ryckman <i>et al.</i> (2010), la présence d'un corridor hydro-électrique est utilisée par les individus comme couloir de dispersion car cet espace est long et large, il comprend une végétation rase et il n'est pratiqué que par des véhicules non motorisés. A l'inverse, les habitats agricoles, les parcelles forestières en régénération ainsi que les milieux très anthropisés sont évités (Ryckman <i>et al.</i>, 2010). La présence de rochers et de dénivelé n'attirent pas non plus les Cerfs, qui préfèrent disperser en paysage peu accidenté, en suivant la topographie (Kie <i>et al.</i>, 2005 ; McCorquodale <i>et al.</i> 1988 <i>in</i> Ryckman <i>et al.</i>, 2010).</p> <p>Le Cerf élaphe étant particulièrement sensible au dérangement comme cela a été indiqué (cf. item « habitat d'espèce »), les espaces utilisés comme corridors correspondent eux aussi aux zones les moins bâties ainsi qu'aux zones à forte densité d'arbres comme les forêts ou les bosquets (Alexander & Waters, 2000 <i>in</i> Patthey, 2003). Edge & Marcum (1985) ont étudié l'influence de nuisances de types activités humaines sur les déplacements des Cerfs élaphe aux États-Unis. Leur étude montre que les mouvements habituels des individus sont modifiés par l'activité forestière, qui constitue pour eux une nuisance (Edge & Marcum, 1985). Les mouvements observés entre chaque prise de données ainsi que les mouvements totalisés sur l'ensemble de l'étude sont plus importants à proximité des zones d'activités que dans les secteurs éloignés (Edge & Marcum, 1985). Visiblement, les animaux se déplacent de façon habituelle jusqu'à une certaine distance des zones d'activités forestières où un stimuli provoque brutalement un déplacement de fuite dans une direction aléatoire (Edge & Marcum, 1985). Ce comportement a déjà été noté par d'autres auteurs ((Beall, 1976 ; Lyon, 1979 ; Lieb, 1981) <i>in</i> Edge & Marcum, 1985). Au final, les Cerfs élaphe finissent par se maintenir à 2 km environ des zones d'activités avec une zone tampon de 500 à 1000 m de rayon environ (Edge & Marcum, 1985). Cette observation a également été faite par d'autres auteurs (estimation d'une zone tampon de 800 m pour Ward <i>et al.</i>, 1973 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985). Cet effet longue distance des nuisances a pour conséquence de réduire considérablement les surfaces d'habitats favorables au Cerf élaphe de façon bien plus importante que la surface des activités forestières <i>stricto sensu</i> (Edge & Marcum, 1985). Lors d'arrêt des activités (week-end), cette zone d'évitement est réduite et certains individus peuvent même aller jusqu'à pénétrer dans la zone d'activité (Edge & Marcum, 1985). Ce retour de la zone d'activité peut être considéré comme une réappropriation du domaine vital initial et notamment des habitats forestiers normalement privilégiés. Par contre, le constat de distances parcourues par les animaux plus grandes près des zones d'activités reste le même entre semaine et week-end, ce qui suggère que les animaux pénètrent dans la zone d'activité le week end petit à petit, en conservant un comportement méfiant associé à des déplacements de fuite (Edge & Marcum, 1985). Dès la reprise des activités, les Cerfs élaphe quittent à nouveau la zone immédiatement (Edge & Marcum, 1985).</p> <p>Il est constaté néanmoins que les Cerfs élaphe peuvent montrer une certaine habitude à ce type de nuisances, notamment lorsque celles-ci sont répétitives (Edge & Marcum, 1985) et sont maintenues sur une longue période (Beall 1976 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985), estimée à 5 ans minimum (Lyon, 1979 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985) qui impose alors aux Cerfs de s'accoutumer pour pouvoir conserver des surfaces d'habitats suffisantes.</p> <p>Dans sa thèse, Patthey 2003 montre lui aussi que les cerfs s'établissent dans les forêts les plus tranquilles, à distance des habitations et des routes carrossables, aussi bien dans le massif jurassien que dans le bassin genevois.</p>
--	---

	<p>A l'intérieur des zones de présence, les reposées (endroits où les cerfs se couchent la journée pour ruminer) sont également établies dans les forêts les moins perturbées.</p> <p>Toutefois, en zone péri-urbaine, notamment en Île-de-France ou encore dans les grandes vallées alpines comme la Haute Maurienne, où tous les aménagements se concentrent, les animaux tolèrent davantage les odeurs humaines, celles des chiens, les zones perturbées et bâties (com. pers. Vignon, 2012). Ils peuvent alors passer dans des espaces très contraints au cœur de la nuit : en Île-de-France, des passages existent entre des maisons distantes de 70 m (Vignon, 2009).</p> <p>Les mouvements des Cerfs élaphe sont aussi conditionnés en partie par la prédation (Frair <i>et al.</i>, 2005 ; Hernandez & Laundré, 2005). Il est possible par conséquent de supposer qu'autrefois, les Cerfs élaphe en France se déplaçaient davantage qu'aujourd'hui, du fait des densités plus importantes de Loup gris (<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758), d'Ours brun (<i>Ursus arctos</i> Linnaeus, 1758) et - dans une moindre mesure - de Lynx boréal (<i>Lynx lynx</i> (Linnaeus, 1758)), prédateurs du Cerf élaphe (com. pers. Vignon, 2012 ; com. pers. Haffner, 2012). Frair <i>et al.</i> (2005) ont constaté que les habitats de repos coïncidaient globalement aux lieux les moins fréquentés par le Loup gris. A une échelle encore plus fine au sein de la forêt, le Cerf élaphe se positionnerait au minimum à 50 m de toutes zones linéaires dégagées car généralement utilisées par le Loup gris lors de ses déplacements intraforestiers ou également par les humains causant un dérangement (Frair <i>et al.</i>, 2005). Ces corridors intraforestiers ne sont utilisés par le Cerf élaphe que pour ses propres déplacements, selon un compromis entre gain énergétique (mouvements plus faciles qu'en sous-bois dense) et risque de prédation/ dérangement (Frair <i>et al.</i>, 2005).</p>
<p>Déplacements liés au rythme circadien (cycle journalier)</p> <p>D'après : Ager <i>et al.</i>, 2003 Duquet & Maurin, 1992 Edge & Marcum, 1985 Georgii, 1980 Strom & Hamann, 2009</p>	<p>Le Cerf élaphe se caractérise par une activité journalière partagée entre ses habitats d'alimentation qu'il fréquente surtout la nuit et ses habitats de repos qu'il fréquente surtout le jour (Ager <i>et al.</i>, 2003). Dans la journée, il reste donc couché en forêt (Duquet & Maurin, 1992) alors que la nuit il s'alimente et peut alors être amené à sortir du couvert forestier et à tolérer aussi davantage une proximité aux routes (Ager <i>et al.</i>, 2003). En fonction de la tranquillité, il s'alimente aussi le jour, en adaptant ses déplacements au contexte (com. pers. Vignon, 2012).</p> <p>La transition entre ses deux habitats (repos et alimentation) s'effectue au crépuscule et à l'aube (Ager <i>et al.</i>, 2003), en général respectivement entre 17 h et 21 h puis entre 3 h et 7 h (Ager <i>et al.</i>, 2003). Ces heures varient selon les saisons - car elles dépendent de l'intensité lumineuse et des conditions météo (notamment le froid et la présence d'un couvert neigeux permanent qui rendent plus difficile la locomotion et l'accès à la nourriture) - et de la structure de l'habitat (répartition hétérogène ou non des zones d'alimentation) (Georgii, 1981). Globalement, au cours de 24 h, les individus sont actifs pendant 7 h en hiver et 15 h en été mais il existe des différences individuelles pouvant aller jusqu'à 6 h de décalage (Georgii, 1981).</p> <p>Le cycle journalier du Cerf élaphe est donc caractérisé par deux pics correspondant aux transitions entre habitats, pendant lesquelles les Cerfs élaphe s'activent ; ils peuvent alors atteindre une forte vitesse de déplacement et se déplacer sur des terrains pentus (Ager <i>et al.</i>, 2003). Dans l'étude d'Ager <i>et al.</i> (2003), les Cerfs élaphe quittent les fonds de vallées le matin pour monter vers des zones plus élevées avant de redescendre le soir dans les vallées pour rejoindre les cours d'eau (Ager <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>La durée d'activité matinale est souvent plus longue, notamment à la faveur des températures modérées et de la persistance de la rosée, alors que l'activité crépusculaire est plus élevée mais sur une période plus courte (com. pers. Vignon, 2012).</p> <p>Du fait de ce comportement pendulaire, certaines parties du domaine vital d'un Cerf élaphe ne sont donc visitées que de nuit alors que d'autres ne sont visitées que de jour (Georgii, 1980). Toutefois, les zones d'alimentation et les zones de repos peuvent être confondues et il n'est donc pas toujours possible de distinguer de manière nette des habitats de jour et des habitats de nuit (Georgii, 1980). Notamment, dans les paysages où la végétation est structurée en mosaïque, le domaine vital est utilisé de façon plus uniforme entre jour et nuit que dans les habitats où il existe une séparation nette entre bois et prairies (Georgii, 1980).</p> <p>En général, une biche cherche à réduire la distance entre ses zones diurnes de repos et ses zones nocturnes d'alimentation pour optimiser le rapport coût (déplacement) / bénéfice (alimentation) (ONCFS, 2012a). Toutefois, cette distance dépend de nombreux facteurs liés par exemple au paysage mais aussi aux conditions de sécurité diurne (ONCFS, 2012a). Ainsi, en plaine, la chasse est l'un des facteurs importants des déplacements des femelles car celles-ci peuvent se réfugier temporairement sur des secteurs éloignés en période de chasse (ONCFS, 2012a).</p> <p>Au final, les distances parcourues en 24 h sont très variables selon les sources bibliographiques. Schoen (1977 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985) mentionne que le Cerf élaphe se déplace rarement plus de 1,6 km en 24 h et Irwin (1978 <i>in</i> Edge & Marcum, 1985) indique même 1 km. Pour Duquet & Maurin (1992) en revanche, le Cerf élaphe peut effectuer des déplacements de 60 à 70 km au cours d'une seule nuit.</p>
<p>Déplacements liés au rythme plurircadien</p> <p>D'après : Georgii, 1980</p>	<p>Le Cerf élaphe n'exploite pas l'ensemble de son domaine vital en un jour (Georgii, 1980). La part du domaine vital parcourue au cours de 24 h est même relativement restreinte (Georgii, 1980). Cette surface dépend par ailleurs des saisons (Georgii, 1980). C'est en hiver que les animaux utilisent chaque jour le plus petit espace au sein de leur domaine vital (environ 14 ha +/- 2,4 ha (soit 21 % des 65 ha de domaine vital constaté à cette saison) (Georgii, 1980). En hiver, les animaux ne se déplacent en effet qu'en fin d'après midi pour rejoindre leur station d'alimentation et ils reviennent ensuite le matin sous le couvert forestier pour adopter ensuite une activité minimale (Georgii, 1980). Au contraire, pendant les autres saisons, les Cerfs élaphe vagabondent beaucoup plus au sein de leur domaine vital : au printemps et en automne le territoire parcouru chaque jour est de 24 ha +/- 9,4 ha (soit 14 % des 167 ha de domaine vital) (Georgii, 1980). En été, cette surface augmente encore à 29 ha +/- 10,4 ha (soit 25 % des 121 ha de domaine vital) alors même que dans le même temps la surface du domaine vital a diminué (Georgii, 1980).</p>

<p>Déplacements liés au rythme circarien (cycle annuel)</p> <p>D'après : Ager <i>et al.</i>, 2003 Baghila <i>et al.</i>, 2007 Désiré, 1998 Duquet & Maurin, 1992 Georgii, 1981 Georgii, 1980 Kleveland, 2007 ONCFS, 2012a Pépin <i>et al.</i>, 2008</p>	<p>> Le Cerf élaphe est actif toute l'année (Duquet & Maurin, 1992). Néanmoins, les déplacements des individus montrent de fortes variations saisonnières (ONCFS, 2012a). Chez les mâles notamment, il existe une zone de rut (de mi-août à novembre) et une zone de repousse des bois (février à juillet) généralement séparées de 5 km à 10 km (ONCFS, 2011). Entre octobre et janvier, les mâles circulent donc entre ces deux secteurs ce qui peut entraîner des déplacements importants (Désiré, 1998 ; ONCFS, 2012). A l'automne, les mâles brament pour marquer leur présence et tentent de s'approprier les hardes de biches, ce qui est constamment remis en cause par leurs concurrents ou par les biches elles-mêmes qui décident de rester ou de s'esquiver (com. pers. Vignon, 2012). Même sans présenter de réel comportement migratoire, le Cerf élaphe peut donc effectuer des déplacements saisonniers sur de longues distances (Baghila <i>et al.</i>, 2007). Dans les forêts de plaines où il y a parfois plusieurs jours de chasse par semaine, les déplacements peuvent être importants de l'automne à l'hiver (com. pers. Vignon, 2012).</p> <p>Comme indiqué précédemment, le Cerf élaphe peut aller jusqu'à effectuer une « vraie » migration (cf. item « Migration » plus haut). Les dates des mouvements migratoires restent les mêmes d'une année à l'autre : le départ du territoire de printemps se fait fin mai/début juin puis le départ des quartiers d'été se fait de fin juillet à septembre (Georgii, 1980). Les Cerfs élaphe restent donc de 2 à 4 mois dans les quartiers d'été (Georgii, 1980). La migration se fait en un jour, parfois elle s'étale sur quelques jours selon les distances entre les quartiers (Georgii, 1980 ; Kleveland, 2007). Cette distance peut aller de 250 m à 3 km (Georgii, 1980) voire jusqu'à 5 km observés dans les Cévennes (Pépin <i>et al.</i>, 2008). Très peu d'excursions à l'extérieur des domaines vitaux ont lieu en dehors de la migration : dans l'étude de Georgii (1980), 1 seul individu est allé de son domaine de printemps à celui d'été pendant 1 jour, 1 semaine avant d'effectuer réellement la migration.</p> <p>> La durée d'activité et sa répartition entre jour et nuit est également soumise à de fortes variations saisonnières. Globalement, on constate une augmentation de l'activité du Cerf élaphe depuis la fin de l'hiver jusqu'au début de l'été puis il existe un plateau pendant l'été et le début de l'automne, avant une réduction forte de l'activité à la fin novembre (Georgii, 1981). Au final, décembre et janvier sont les mois les moins actifs alors que l'activité maximale est atteinte de début juin à début juillet lors de la parturition (Georgii, 1981). L'activité en hiver est réduite de 50 % par rapport à l'été ce qui est considéré comme une adaptation pour conserver l'énergie en cette période de conditions défavorables (Georgii, 1981). La forte augmentation d'activité observée ensuite à la fin avril est sans doute causée par une forte demande en énergie à cette période-ci, correspondant aux deux dernières semaines de gestation (les vieilles femelles d'ailleurs conservent une activité plus basse) (Georgii, 1981). La réduction du domaine vital automnal et l'expansion du domaine vital hivernal observée par Georgii (1980) se font chacune en 2 semaines à peine (Georgii, 1980).</p> <p>Sur le plan du ratio jour/nuit, les animaux passent au cours de l'année d'une activité principalement nocturne en hiver à une activité de plein jour qui croit du printemps jusqu'à l'été puis décroît à nouveau à l'automne (Georgii, 1981). En été, l'intensité des deux pics d'activité au crépuscule et à l'aube est donc plus faible au profit d'une activité plus répartie sur les 24h du cycle jour/nuit (Georgii, 1981). Au final, c'est donc en hiver que les animaux sont les plus actifs de nuit, ce qui peut paraître paradoxal au vu des conditions que l'environnement doit offrir (Georgii, 1981).</p> <p>> Enfin, l'utilisation quotidienne de l'espace change elle aussi entre les mois de l'année. Par exemple, après les premières pluies au début du printemps ainsi qu'en automne, la recherche de prairies pour les ressources alimentaires entraîne une augmentation journalière de la vitesse de déplacement (Ager <i>et al.</i>, 2003). Pendant l'été par contre, le Cerf élaphe montre une vitesse réduite et fréquente davantage les forêts denses aussi bien le jour que la nuit (Ager <i>et al.</i>, 2003). Ces changements sont à relier à nouveau à une baisse de la qualité du fourrage dans les prairies qui amène les individus à se replier sur la forêt (Ager <i>et al.</i>, 2003). L'apparition des juvéniles, peu mobiles et devant être protégés, peut également expliquer un cantonnement au milieu forestier des femelles avec leurs jeunes (Unsworth <i>et al.</i>, 1998 <i>in</i> Ager <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>Enfin, en plus des transitions entre habitats nocturne et diurne, il est constaté que le Cerf élaphe effectue aussi des déplacements journaliers sous le couvert forestier pendant le jour, dans le but de thermoréguler (Ager <i>et al.</i>, 2003). Ces mouvements interviennent essentiellement soit en période estivale vers midi (Ager <i>et al.</i>, 2003) soit au contraire durant les matinées hivernales (Patthey, 2003).</p>
--	---

ÉCHELLE POPULATIONNELLE

Organisation des individus au sein d'une population

<p>Territorialité</p> <p>D'après : Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Duquet & Maurin, 1992 Georgii, 1980 ONCFS, 2012b Storms & Hamann, 2009 Com. pers. Vignon, 2011 Vignon, 2011 Vignon, 1999</p>	<p>Le Cerf élaphe est une espèce grégaire, au comportement social élaboré et où chaque population possède une organisation spatiale définie (Storms & Hamann, 2009 ; Vignon, 2011). L'organisation est par contre toujours caractérisée par une ségrégation sexuelle forte, de type matriarcale, liée à plusieurs paramètres dont des exigences alimentaires et des risques de prédation différents entre mâles et femelles (Storms & Hamann, 2009) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mâles et femelles adultes vivent séparés la majeure partie de l'année et se rencontrent pour l'accouplement (ONCFS, 2012b ; Storms & Hamann, 2009), - les femelles, très sociables se regroupent en « hardes », comprenant les jeunes (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Duquet & Maurin, 1992 ; Storms & Hamann, 2009), - les jeunes mâles forment de petits groupes plus lâches alors que les vieux mâles sont solitaires (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Duquet & Maurin, 1992). <p>A l'échelle d'une population, l'organisation spatiale chez le Cerf élaphe est donc déterminée par la répartition des zones où se concentrent les femelles accompagnées de leurs jeunes et où se déroule généralement le brame (reproduction) (com. pers. Vignon, 2011). Ces noyaux de population sont caractérisés par une densité élevée et une faible proportion de mâles (Storms & Hamann, 2009 ; Vignon, 1999). Ces derniers utilisent davantage les zones périphériques des massifs forestiers dans un rayon de l'ordre de 10 à 20 km hors période de reproduction (Storms & Hamann, 2009 ; com. pers. Vignon, 2011).</p>
---	--

	<p>Dans son étude menée dans les Alpes bavaroises, Georgii (1980) constate que les domaines vitaux de plusieurs individus peuvent se chevaucher, d'autant plus dans le cas de femelles qui n'appartiennent pas à la même harde. Le pourcentage de chevauchement varie en fonction des saisons : 83 % en hiver, 69 % en automne/printemps et 43 % en été (Georgii, 1980). Le chevauchement peut aller jusqu'à 100 % parfois (Georgii, 1980). Par contre, le taux de chevauchement ne préjuge pas de la pression d'herbivorie exercée sur la zone car celle-ci dépend aussi de la façon dont chaque individu privilégie ou non certaines parties de son domaine vital (Georgii, 1980).</p>
<p>Densité de population</p> <p>D'après : Georgii, 1980 Pfaff <i>et al.</i>, 2008 Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2004 Storms & Hamann. 2009 Com. pers. Vignon, 2012</p>	<p>En France, en 2000, une densité supérieure à 2 cerfs par km² de forêts est observée dans 38 des départements où le l'espèce est présente, alors qu'une densité inférieure à 2 cerfs par km² de forêts était observée dans 87 % des départements en 1985 (Saint-Andrieux <i>et al.</i>, 2004). Les densités restent néanmoins très variables selon les départements. On constate en effet en 2005 des densités (Pfaff <i>et al.</i>, 2008) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - très faibles sur 16 départements : moins de 1 cerf/100 ha boisés, - faibles sur 27 départements : de 1 à 2 cerfs/100 ha boisés, - moyennes sur 20 départements : 2 à 4 cerfs/100 ha boisés, - fortes sur 17 départements : supérieures à 4 cerfs/100 ha boisés. <p>Pour une même localité, les densités varient au fil des saisons (Storms & Hamann. 2009). Les animaux se regroupent en hiver : à la mauvaise saison, 30 à 50 individus peuvent se concentrer sur une même zone d'alimentation au sein d'une vallée, atteignant donc des densités localement élevées (Georgii, 1980). A l'inverse, au printemps, les individus se séparent en petits groupes de 3 à 7 individus d'où une répartition plus dilatée (Georgii, 1980). Les différents dérangements causés par les humains, le climat ou la présence d'autres espèces sont aussi susceptibles d'agir sur la taille des groupes et donc sur les densités (Storms & Hamann. 2009).</p> <p>Par ailleurs, il faut rappeler que la densité est un rapport entre l'effectif et la superficie utilisée par la population. Étant donné le caractère hétérogène de l'utilisation de l'espace par le Cerf élaphe – espèce sociale – la densité exprime une valeur moyenne qui ne correspond pas à la diversité des situations rencontrées à l'échelle d'une population. Ainsi, il est habituel de constater le regroupement de plus de la moitié de l'effectif d'une population dans moins de 20 % de la superficie totale utilisée. Les zones denses correspondent habituellement au noyau de populations essentiellement composés des biches et de leurs jeunes alors que les zones périphériques, davantage fréquentées par les mâles, présentent des densités beaucoup plus faibles (com. pers. Vignon, 2012). La densité est donc un critère difficile à mesurer : il n'existe pas véritablement de « référence » et les comparaisons entre forêts sont délicates (com. pers. Vignon, 2012).</p>
Minimum pour une population viable	
<p>Surface minimale pour une population</p> <p>D'après : Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Duquet & Maurin, 1992 Patthey, 2003</p>	<p>Le Cerf élaphe est surtout lié aux grands massifs (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Patthey, 2003) : selon Duquet & Maurin (1992), il occuperait plutôt des massifs de plus de 5000 ha, mais dans des régions peu boisées comme en Bretagne, certaines populations sont établies dans des forêts de moins de 4 000 ha (Hardouin, Hunaudaye, Loudéac...) (com. pers. Vignon, 2012).</p>
<p>Effectifs minimum pour une population</p>	<p>Aucune information.</p>
ÉCHELLE INTER ET SUPRA POPULATIONNELLE	
<p>Structure interpopulationnelle</p> <p>D'après : ONCFS, 2012a Patthey, 2003 Pfaff <i>et al.</i>, 2008</p>	<p>A l'échelle interpopulationnelle, la distribution du Cerf élaphe peut être reliée à la végétation, à la topographie et aux facteurs de nuisances d'origines humaines (Patthey, 2003). Le Cerf élaphe étant un animal craintif et qui recherche la tranquillité, sa répartition va en effet dépendre aussi de ce paramètre. Ainsi, il est fréquent que les réserves ou les espaces peu chassés accueillent des densités plus importantes durant l'automne et l'hiver et que la distribution interpopulationnelle soit donc assez hétérogène à ces périodes de l'année (ONCFS, 2012a).</p> <p>Pour Patthey (2003), une organisation en métapopulation n'est pas automatique chez cet animal. L'occupation spatiale du Cerf élaphe, à l'état « naturel », se traduirait en effet par une répartition plutôt continue, qui certes varie selon la qualité des habitats à l'échelle du paysage mais sans que pour autant des frontières nettes entre populations puissent être distinguées. Pour Patthey (2003), l'existence de populations identifiées serait imposée artificiellement par les infrastructures humaines, notamment les autoroutes, qui constituent des barrières et segmentent l'espace. L'existence d'échanges entre ces populations, et donc d'un fonctionnement métapopulationnel, dépend ensuite de la perméabilité totale ou partielle de ces différentes infrastructures.</p> <p>Cette organisation spatiale dépend aussi de l'échelle considérée. Lors du traitement des données de l'enquête nationale de 2005, il est apparu qu'il était difficile voire impossible de continuer à agréger les zones à cerfs en massifs distincts (Pfaff <i>et al.</i>, 2008) (la notion de massif est ici à prendre comme le regroupement d'une ou plusieurs unités de population inter-départementales indépendantes les unes des autres). En effet, avec le développement des populations de cerfs, les liaisons entre les massifs sont de plus en plus fréquentes et la séparation des massifs devient une notion très arbitraire (Pfaff <i>et al.</i>, 2008).</p>

Dispersion et philopatrie des larves/juvéniles	
Âge et déroulement de la dispersion D'après : Duquet & Maurin, 1992 Ryckman <i>et al.</i> , 2010 Strom & Hamann, 2009	La gestation dure 8 mois chez le Cerf élaphe puis la femelle met au monde 1 petit par an (plus rarement 2) en mai-juin (Duquet & Maurin, 1992). Quelques heures seulement après sa naissance, le nouveau-né est capable de se déplacer (Duquet & Maurin, 1992). Il reste allaité pendant 8-10 mois (Duquet & Maurin, 1992). Les faons restent généralement avec les femelles adultes pendant 1,5 à 2 ans avant de disperser ensuite au printemps de leur seconde année (Duquet & Maurin, 1992 ; Ryckman <i>et al.</i> , 2010 ; Strom & Hamann, 2009). Ils acquièrent la maturité sexuelle vers 3 ans (Duquet & Maurin, 1992). Les mâles peuvent rester erratiques plusieurs années avant de se fixer (Strom & Hamann, 2009). Dans tous les cas ils n'adoptent pas un domaine vital de type binucléé (zone de rut et de refait) avant l'âge de 5 à 6 ans (Strom & Hamann, 2009).
Distance de dispersion D'après : Patthey, 2003 Ryckman <i>et al.</i> , 2010 Strom & Hamann, 2009	Comme indiqué, les jeunes mâles de 2 à 4 ans n'ont pas de comportement spatial et sont extrêmement mobiles (Strom & Hamann, 2009). Après avoir quitté leur mère, ils entreprennent un périple de un ou deux ans, composé de déplacements permanents, parfois longs (Strom & Hamann, 2009). En forêt tempérée, Hamann et Klein (non publié <i>in</i> Patthey, 2003) rapportent des distances de dispersion natale de 60 km chez les mâles et de 10 km chez les femelles.
Milieux empruntés et facteurs influents	Aucune information.
Fidélité au lieu de naissance D'après : ONCFS, 2012a Strom & Hamann, 2009	La jeune femelle est philopatricienne et, après son deuxième faon, elle s'installe à proximité directe de sa mère avec laquelle elle garde des contacts toute sa vie durant (ONCFS, 2012a). Ainsi, les individus qui composent les grands groupes hivernaux sont généralement apparentés (ONCFS, 2012a). Concernant les mâles, certains jeunes quittent totalement le secteur de leur unité familiale et émigrent (ONCFS, 2012a). D'autres semblent erratiques sur un vaste secteur qui englobe celui de leur prime jeunesse pendant 2 à 3 ans puis se sédentarisent vers l'âge de 4 à 5 ans (ONCFS, 2012a). Strom & Hamann (2009) indiquent que près de 40 % des mâles de 2 ^{ème} année quittent leur zone d'origine pour s'installer sur des secteurs situés jusqu'à 60 km de leur lieu de naissance.
Mouvements et fidélité des adultes	
Dispersion/émigration D'après : Ryckman <i>et al.</i> , 2010	La dispersion d'individus relâchés a été étudiée aux États-Unis (Ryckman <i>et al.</i> , 2010). Même si cette situation est différente d'une dispersion naturelle (stress des individus, changement de milieu, <i>etc.</i>), elle permet d'obtenir des distances de dispersion indicatives. Ryckman <i>et al.</i> (2010) constatent que, de façon générale, les faons dispersent moins loin que les adultes : en moyenne 8 km +/- 13,1 km pour les jeunes mâles et 14,4 km +/- 20,4 km pour les jeunes femelles. Ryckman <i>et al.</i> , 2010 n'observent aucune différence significative entre les deux sexes chez les adultes dans les distances moyennes de dispersion parcourues par les individus relâchés : en moyenne 19,2 +/- 15 km pour les mâles et 19,1 +/- 19,2 km pour les femelles. Les plus grandes distances mesurées chez les adultes concernent néanmoins des femelles (28 à 42 km) (Ryckman <i>et al.</i> , 2010).
Fidélité au site D'après : Georgii, 1980 Ryckman <i>et al.</i> , 2010	Le(s) domaine(s) vital(aux) d'un individu reste(nt) le(s) même(s) d'année en année (Georgii, 1980). Par ailleurs, les frontières des domaines vitaux chez le Cerf élaphe étant généralement déterminées par des facteurs invariants du paysage (fossés, rivières, routes, crêtes), leur délimitation et leur surface évoluent également à la marge d'une année sur l'autre (Georgii, 1980). Dans l'étude de Ryckman <i>et al.</i> (2010), les individus gardés longtemps en captivité sur la zone de relâché avant d'être libérés (17 à 112 jours) restent finalement à proximité de cette zone alors que les individus gardés peu de temps en captivité (4 à 11 jours) dispersent loin après leur libération. Les auteurs concluent que le maintien forcé des Cerfs élaphe sur une certaine zone est à l'origine d'un comportement philopatricien (Ryckman <i>et al.</i> , 2010).
Fidélité au partenaire	Aucune information.
Milieux empruntés et facteurs influents D'après : Ryckman <i>et al.</i> , 2010	Les résultats de Ryckman <i>et al.</i> (2010) montrent que les mouvements des Cerfs élaphe sont aussi influencés par des facteurs démographiques et sociaux. La présence de conspécifiques peut constituer un moteur d'attraction pour les individus dispersants (Ryckman <i>et al.</i> , 2010). Dans l'étude de Ryckman <i>et al.</i> (2010), des individus déjà présents sur une certaine zone auraient joué le rôle de guides ayant attiré les animaux dispersants en recherche de contact social notamment en période de rut (Ryckman <i>et al.</i> , 2010). Ce « pouvoir attractif » agirait jusqu'à 100 km (com. pers. Rosatte, date inconnue <i>in</i> Ryckman <i>et al.</i> , 2010).
ÉLÉMENTS FRAGMENTANTS ET STRUCTURE DU PAYSAGE	
Sensibilité à la fragmentation	
La fragmentation des habitats dans la conservation de l'espèce	La fragmentation de l'espace constitue une contrainte importante pour le Cerf élaphe (ONCFS, 2012a ; Tombal & Bonnet, 2009). En Europe, les populations de cette espèce voient leur taille et leur structure spatiale particulièrement affectées par ce phénomène (SETRA, 2000).

D'après :

Boisaubert *et al.*, 1998
Devilleger *et al.*, 2010
Julien *et al.*, 2010
Frantz *et al.*, 2006
Hartl, 1998
Hartl *et al.*, 2005
Kuehn *et al.*, 2004
Kuehn *et al.*, 2003
ONCFS, 2012a
Pérez-Espona *et al.*, 2008
Saint-Andrieux & Leduc, 2003
Sanchez-Prieto *et al.*, 2009
SETRA, 2000
Tombal & Bonnet, 2009
Zachos *et al.*, 2007

Le Cerf élaphe nécessite une circulation libre, exempt d'obstacles pour ses déplacements (Julien *et al.*, 2010). Parmi les principales contraintes aux déplacements, on retrouve d'une manière générale les infrastructures linéaires de transports (com. pers. Haffner, 2012 ; Pérez-Espona *et al.*, 2008 ; SETRA, 2000). Dans l'enquête nationale de 1996 sur les déplacements du Cerf élaphe en France, le réseau routier est le facteur identifié comme responsable dans 49 (soit plus de 75 %) des 64 espaces de libre circulation où les déplacements du Cerf sont devenus impossibles (Boisaubert *et al.*, 1998). Par contre, les caractéristiques de l'infrastructure routière (trafic, emprise grillagée ou non, ...) nuancent sensiblement leur imperméabilité (SETRA, 2000). Peu de données existent en France sur l'effet fragmentant du rail sur le Cerf élaphe. Les infrastructures étanches, que constituent les lignes TGV et les autoroutes, sont les plus préjudiciables (ONCFS, 2012a ; Voelk & Glitzner, 1998). Dans l'étude de Pérez-Espona *et al.* (2008), les voies ferrées (non TGV) ne semblent pas avoir un impact fragmentant significatif, ce qui peut être expliqué par leur faible densité sur la zone d'étude, leur caractère perméable, leur positionnement qui ne coupe pas de voies de déplacements et enfin la faiblesse de leur trafic notamment de nuit (Pérez-Espona *et al.*, 2008). Ces voies ferroviaires sont alors même identifiées par Pérez-Espona *et al.* (2008) comme des axes utilisés pour les déplacements du Cerf élaphe. Les montagnes fortement pentues constituent aussi des barrières importantes. Les lacs, les rivières, les canaux par contre peuvent être traversés à la nage par le Cerf élaphe et ne ressortent alors pas comme des éléments fragmentants (Pérez-Espona *et al.*, 2008), à condition toutefois que leurs berges ne soient pas abruptes (SETRA, 2000). Les zones industrielles et touristiques, golfs ou certains secteurs résidentiels ont aussi un effet barrière pour le Cerf élaphe (ONCFS, 2012a ; SETRA, 2000). Les zones de coupes forestières et de réglementation de chasse interdisant la migration ont également un effet (SETRA, 2000), comme les zones forestières isolées par des barrières (Pérez-Espona *et al.*, 2008 ; Sanchez-Prieto *et al.*, 2009). Au-delà de pouvoir représenter des obstacles imperméables, certains éléments peuvent aussi effrayer cette espèce qui s'avère être assez facilement effarouchée par la simple présence d'objets qu'il ne connaît pas (de simples drapeaux (fladry) sur une corde tendue par exemple). Cette technique est utilisée pour canaliser les animaux lors de chasse en battue (com. pers. Vignon, 2012). Une étude menée en Espagne a montré qu'en plus d'arrêter les individus, les barrières forestières perturbent d'une manière générale leurs déplacements dans les zones adjacentes (Sanchez-Prieto *et al.*, 2009). Les Cerfs élaphe modifient en conséquence leurs routes de transit entre les zones de repos et d'alimentation et la dynamique végétale est altérée dans un périmètre bien plus large que la seule barrière incendie (Sanchez-Prieto *et al.*, 2009).

> A court terme, la fragmentation des habitats interdit ou réduit l'accès aux zones de quiétude et aux zones d'alimentation régulièrement fréquentées impliquant une concentration de la pression d'herbivorie sur certains espaces (Boisaubert *et al.*, 1998 ; Devilleger *et al.*, 2010 ; ONCFS, 2012a). De nombreux paramètres influent, ne serait-ce que la date de la pose de la clôture de protection d'une infrastructure qui, si elle a lieu en été, empêchent certains mâles adultes en refait sur des zones périphériques parfois éloignées de revenir sur les secteurs de rut (ONCFS, 2012a ; Tombal & Bonnet, 2009).

> A long terme, le cloisonnement de l'espace par les infrastructures linéaires limite les échanges génétiques nécessaires aux métapopulations de Cerf élaphe et réduit la diversité génétique (Boisaubert *et al.*, 1998 ; ONCFS, 2012a). Le Cerf élaphe est en effet une espèce particulièrement sensible à l'isolement de ses populations, qui entraîne une dépression de consanguinité (SETRA, 2000). Lorsqu'elle survient, la dépression de consanguinité est un phénomène rapide : le taux de consanguinité s'accroît de 7 % à chaque génération dans l'étude de Zachos *et al.* (2007). Hartl (1998) a également montré dans les Vosges que des différences sur le plan génétique entre deux populations séparées sont visibles en deux générations seulement. La consanguinité s'accompagne de problèmes tels que la hausse de la mortalité juvénile ou la baisse de fertilité des adultes et ces phénomènes sont plus accentués dans la nature encore qu'en captivité (SETRA, 2000). De très nombreuses études basées sur l'outil moléculaire ont permis de mettre en évidence ces phénomènes. En Allemagne, une série d'étude a permis de montrer une perte de divers allèles pouvant très probablement être attribuée à l'isolement de population comportant un nombre d'individus relativement faible (*in* Hartl, 1998). Une étude génétique a été menée sur 16 populations françaises de cerfs principalement dans la moitié Nord de la France (Hartl *et al.*, 2005). Les résultats montrent une très forte différenciation génétique entre les populations étudiées, ce qui suggère un isolement génétique important causé par la fragmentation, alors même que ces populations peuvent être proches géographiquement (Hartl *et al.*, 2005). Les résultats obtenus excluent toute possibilité d'un isolement par la simple distance et mettent en évidence un effet fragmentant dû à la structure du paysage (Hartl *et al.*, 2005). Ce constat est particulièrement marqué entre les populations d'Île-de-France, région fortement anthropisée (Hartl *et al.*, 2005). A l'intérieur de chaque population, les individus échantillonnés ne marquent par contre aucune différence génétique significative (Hartl *et al.*, 2005). Une autre étude, menée à cheval sur le Luxembourg, l'Allemagne et la Belgique, a montré que la présence de zones urbanisées, d'autoroutes et de zones cultivées (viticultures) constituaient une barrière pour le Cerf élaphe (Frantz *et al.*, 2006). Celles-ci s'avèrent être responsables d'un isolement génétique de la population concernée, qui est indépendant de la distance avec les populations alentours (Frantz *et al.*, 2006). Une autre étude menée sur 9 populations de Cerf élaphe en Bavière (Allemagne) a montré que la fragmentation des habitats favorables à l'espèce et les réductions drastiques d'effectifs opérées au milieu du XIX^{ème} siècle avaient conjointement causé une segmentation génétique (Kuehn *et al.*, 2003). Les chercheurs constatent aujourd'hui l'existence de plusieurs populations génétiquement différenciées, en lieu et place d'anciennes populations échangeant entre elles et ayant une répartition continue (Kuehn *et al.*, 2003). L'étude montre là encore que la distance génétique entre ces populations n'est pas liée à la distance géographique qui les sépare mais bien à l'existence de barrières (Kuehn *et al.*, 2003). En plus de l'apparition de ces barrières, la réduction des effectifs a fait que ces populations récemment isolées possèdent chacune une faible variabilité génétique du fait d'un goulot

	<p>d'étranglement accentué (Kuehn <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>A l'inverse, une étude génétique menée en Suisse/Liechtenstein/Autriche/Allemagne/Italie a montré que des échanges peuvent se maintenir entre populations très éloignées à cheval sur plusieurs pays si des corridors de milieu favorable existent et sont pérennes (Kuehn <i>et al.</i>, 2004). Dans ce cas, les échanges permettent de maintenir une forte variabilité génétique à l'intérieur des différentes populations grâce à l'apport régulier de nouveaux allèles (Kuehn <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Pour Zachos <i>et al.</i> (2007), une population n'est viable que si celle-ci est suffisamment importante, ce qui est corrélé à l'existence de massifs forestiers de grande superficie et/ou de possibilités d'échanges entre populations permettant d'assurer un brassage génétique. Le Cerf élaphe est ainsi dépendant de continuités macropaysagères forestières (Julien <i>et al.</i>, 2010).</p> <p>En 1996, une étude a été réalisée en France par l'ONCFS et plusieurs partenaires, afin de voir si les cerfs pouvaient encore se déplacer d'un massif à l'autre malgré les infrastructures qui se développaient (autoroutes ou lignes TGV clôturées, urbanisation...) (<i>in</i> (Boisaubert <i>et al.</i>, 1998 ; Devilleger <i>et al.</i>, 2010 ; Saint-Andrieux & Leduc, 2003)). L'objectif était de disposer d'informations nationales permettant de tenir compte des besoins de circulation de la grande faune dans les schémas d'aménagement du territoire, et de créer ou de rétablir ces « espaces de libre circulation » (Saint-Andrieux & Leduc, 2003).</p> <p>Cette enquête a identifié 1 005 espaces de libre circulation dans 75 départements (15 départements n'accueillaient pas de cerfs et 5 départements n'ont pas identifié d'espace de libre circulation). Pour 185 de ces espaces, soit 18,5 %, cette circulation est fortement menacée à court terme et pour 64 autres (6 %) la circulation n'est plus du tout possible (Boisaubert <i>et al.</i>, 1998).</p> <p>Cette enquête a également permis de calculer pour chaque département un indice de fragmentation à partir de la longueur des équipements linéaires et cours d'eau, rapportée aux surfaces occupées par le Cerf élaphe (Boisaubert <i>et al.</i>, 1998). Les départements ayant l'indice de fragmentation le plus élevé (donc où cette menace est la plus forte) sont situés en Île-de-France, Picardie, Haute-Normandie, Centre, dans le nord du Languedoc-Roussillon et dans l'est de la région Rhône-Alpes (Boisaubert <i>et al.</i>, 1998). A l'inverse, les zones à cerfs peu fragmentées sont situées dans le Sud-Ouest, l'Ouest et le nord de la France (Boisaubert <i>et al.</i>, 1998).</p>
<p>Importance de la structure paysagère</p> <p>D'après : Ager <i>et al.</i>, 2003 Julien <i>et al.</i>, 2010 Morellet & Guibert, 1999 Patthey, 2003 Pérez-Espona <i>et al.</i>, 2008</p>	<p>D'une manière générale, la structure du paysage influe fortement sur la répartition et les déplacements du Cerf élaphe et sur la structure génétique et la viabilité de ses populations (Pérez-Espona <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>Le Cerf élaphe est une espèce dont le territoire est composé d'une mosaïque de forêts et de milieux non boisés sur des superficies qui dépassent habituellement plusieurs milliers d'hectares sans obstacle aux déplacements (clôture, infrastructures...) (Julien <i>et al.</i>, 2010). Cette alternance de milieux boisés et non boisés paraît fondamentale au regard des caractéristiques des cycles journalier et annuel de l'activité du Cerf élaphe décrits précédemment (cf. items « Déplacements liés aux cycles circadien et circanien » plus haut).</p> <p>Un suivi a été effectué dans le Parc national des Cévennes par Morellet & Guibert (1999) dans le but de mieux comprendre comment le Cerf élaphe utilise les ressources forestières en hiver à l'échelle du paysage. L'étude montre que les individus consomment pour plus de 50 % de Callune (<i>Calluna vulgaris</i>), d'espèces du genre <i>Vaccinium</i> et de Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) mais que ces ressources sont consommées de manière inégale dans l'espace (Morellet & Guibert, 1999). Leur consommation se concentre dans certaines zones qui sont également différentes pour les trois espèces végétales citées (Morellet & Guibert, 1999). La pression d'herbivorie exercée par le Cerf élaphe est donc spatialement très hétérogène et parfois inattendue (Morellet & Guibert, 1999). Pour le Hêtre par exemple, les individus semblent en consommer essentiellement en dehors des forêts de Hêtre car celles-ci hébergeraient des peuplements matures non adaptés à son alimentation (Morellet & Guibert, 1999).</p> <p>Comme indiqué, pour sa thermorégulation, le Cerf élaphe nécessite également des microhabitats, à l'intérieur même du couvert forestier (Ager <i>et al.</i>, 2003 ; Patthey, 2003).</p>
<p>Exposition aux collisions</p> <p>D'après : Baghila <i>et al.</i>, 2007 Carsignol, 2000 Désiré, 1998 Désiré, 1990 Dunoyer, 2009 Dussault <i>et al.</i>, 2005 Putman, 1997 SETRA, 2000 Vignon & Barbarreau, 2008</p>	<p>Le premier recensement national (1974) des collisions véhicules/grands ongulés (Cerf élaphe, Sanglier et Chevreuil européen) évaluait les pertes sur le réseau routier français à 1 790 animaux tués (<i>in</i> Carsignol, 2003).</p> <p>Dix ans plus tard, la direction des Routes a réalisé un recensement national qui comptabilisait 11 055 collisions avec les ongulés en 3 ans entre 1984 et 1986 (<i>in</i> Carsignol, 2003), parmi lesquelles 9 % concernaient le Cerf élaphe (SETRA, 2000).</p> <p>En 1993-94, un recensement partiel réalisé sur un échantillon de 25 départements révèle plusieurs constats (<i>in</i> Carsignol 2003) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nombre des collisions a été multiplié par 3 depuis le recensement précédent, - la plupart des collisions a lieu sur les routes départementales, mais leur proportion augmente sur les autoroutes (de 6,8 % en 1984-86, elles passent à 18,3 % en 1993-94). Les collisions sur routes nationales n'ont pas évolué (18,2 % en 1984-1986 et 18,6 % en 1993-1994) (Désiré, 1998), - les accidents se produisent en forêt, mais aussi en zone agricole, ce qui rend plus difficile leur prévention. <p>Une nouvelle estimation réalisée en 2006 a comptabilisé 1 500 cadavres de Cerf élaphe sur 23 300 collisions de Cerf élaphe, Sanglier et Chevreuil européen recensées, soit 6 % environ (Vignon & Barbarreau, 2008).</p> <p>D'après une étude de l'office de Génie Ecologique, le nombre de collisions annuelles avec les ongulés a augmenté d'un facteur multiplicateur de 6 entre 1984 et 2004. La part du Cerf élaphe dans le nombre total de collisions reste toutefois minoritaire (6,5%) mais ces accidents demeurent les plus lourds en terme de gravité (Dunoyer, 2009).</p> <p>Aucune donnée n'a été trouvée concernant l'impact du trafic ferroviaire.</p>

	<p>Ces chiffres peuvent être globalement considérés comme représentatifs de la réalité compte tenu de la taille d'un Cerf élaphe et donc du choc de la collision, qui implique que le nombre de collisions réelles et le nombre de collisions recensées sont proches (SETRA, 2000). Toutefois, certains auteurs estiment que les pertes constatées doivent être majorées par un coefficient multiplicateur de 2 pour le Cerf élaphe afin de tenir compte des animaux morts et emportés et des animaux blessés non retrouvés (Carsignol, 2003 ; Désiré, 1998).</p> <p>Dans tous les cas, il est possible d'affirmer que le Cerf élaphe est concerné par les collisions avec les véhicules. Au-delà d'un nombre de collisions sur l'ensemble du réseau, il est également important de s'intéresser plus localement à la problématique car cette mortalité peut être plus ou moins forte selon les tronçons (Baghila <i>et al.</i>, 2007). Parmi les autoroutes par exemple, certaines seraient plus concernées que d'autres, comme l'A72 (Loire), l'A6 (Yonne), l'A40, l'A41 (Haute-Savoie) et l'A43 (Isère) (Désiré, 1998).</p> <p>Bien que la littérature sur le sujet soit abondante, il apparaît impossible d'identifier des causes universelles au phénomène des accidents routiers impliquant les Cervidés (De Bellefeuille & Poulin, 2003 <i>in</i> Dussault <i>et al.</i>, 2005). Cependant, on peut facilement cerner des facteurs influents, liés (Dussault <i>et al.</i>, 2005) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aux animaux eux-mêmes (densité de populations, comportement), - à la route et à son environnement (volume du trafic routier, végétation des abords), - aux conditions météorologiques (qui affectent la visibilité ou le comportement des animaux), - aux conducteurs (inattention, fatigue). <p>Par contre, les relations entre ces paramètres et le nombre de collisions ne sont pas directes, y compris concernant la densité des populations et le volume du trafic qui n'engendrent pas automatiquement des accidents plus nombreux (Dussault <i>et al.</i>, 2005).</p> <p>Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'accroissement des collisions au fil des années, au moins concernant les autoroutes. Il pourrait s'agir de l'augmentation du nombre et de la longueur de ce type de voirie en France entre les recensements ainsi que de l'accroissement du nombre d'usagers et de leur vitesse de circulation (Désiré, 1998 ; ONCFS, 2012).</p> <p>Quelle que soit l'année, des pics de collisions sont toujours présents en avril-mai et à l'automne du fait du rythme saisonnier des animaux (Désiré, 1998). Hebdomadairement, la majorité des collisions a lieu en début et fin de semaine (vendredi, samedi, dimanche et lundi) car il s'agit des jours où le trafic routier est le plus dense et au cours desquels les animaux sont les plus dérangés (promenade, chasse...) d'où un accroissement de leurs déplacements (Désiré, 1998).</p> <p>Comme indiqué précédemment, dans certains contextes, le trafic lui-même n'engendre pas de collision car les cerfs ne tentent pas de traverser : ce sont des perturbations occasionnelles sur les abords de la route où se remettent les cerfs (joggers, VTT, chasse, ...) qui engendrent une fuite des cerfs, les amenant à traverser brusquement et donc souvent dans ce cas à entrer en collision avec un véhicule (com. pers. Carsignol, 2012).</p> <p>Il faut noter que dans certains cas, l'infrastructure linéaire constitue une barrière complète parce qu'elle ne permet aucun passage ou que les Cerfs élaphe ne tentent même pas de la franchir ; elle n'est alors pas source de collisions mais pour autant d'une fragmentation totale (Désiré, 1990 ; Putman, 1997).</p>
Actions connues de préservation/restauration de continuité écologique dédiées à l'espèce	
<p>Éléments du paysage</p> <p>D'après : ONCFS, 2012a ONCFS, 2010 Vittori <i>et al.</i>, date inconnue</p>	<p>Durant longtemps, la gestion de l'équilibre sylvo-cynégétique était conduite par le seul prélèvement cynégétique des animaux et ignorait totalement l'impact de la gestion de l'espace sur la capacité d'accueil du milieu (ONCFS, 2012a). La prise en compte du Cerf élaphe et des ongulés en général dans l'aménagement et la gestion des forêts s'est ainsi développée ces dernières décennies (ONCFS, 2012a).</p> <p>Ces plans d'aménagement développés visent globalement à améliorer la capacité d'accueil des forêts (tout en évitant les dégâts du gibier sur la régénération naturelle) et à permettre des déplacements libres des cerfs au sein des massifs nécessaires à leur cycle de vie (alimentation, repos, ...) (ONCFS, 2012a ; ONCFS, 2010 ; Vittori <i>et al.</i>, date inconnue,). Maintenir une mosaïque de paysages connectés entre eux et préserver la connectivité entre les massifs forestiers font donc partie des mesures préconisées (ONCFS, 2010).</p> <p>Concrètement, les actions connues relèvent de la distribution homogène dans l'espace des zones en régénération, qui sont aussi les remises diurnes, pour conduire à une exploitation optimale des ressources alimentaires (ONCFS, 2012a). Les éclaircies, les cloisonnements et l'entretien des prairies et sommières sont également expérimentées (Vittori <i>et al.</i>, date inconnue).</p>
<p>Franchissement d'ouvrages</p>	<p>> Différentes mesures existent pour éviter les collisions entre Cerf élaphe et véhicule :</p> <ul style="list-style-type: none"> - certaines mesures visent à empêcher les individus de pénétrer sur les chaussées (de façon permanente ou à l'approche des véhicules). Pour cela, l'utilisation de réflecteurs, de miroirs, de répulsifs ou de dispositifs ultrasons est possible (Carsignol, 2003 ; Désiré, 1990 ; Putman, 1997 ; Putman <i>et al.</i>, 2004) mais l'efficacité de ces techniques est limitée (com. pers. Carsignol, 2012 ; com. pers. Vignon, 2012). La pose de clôtures s'avère par contre très efficace, interdisant tout passage des Cerfs de part et d'autres de la voie (Désiré, 1990 ; Putman, 1997). Pour cette raison, les clôtures doivent être utilisées là où les risques d'accidents sont préoccupants parce qu'en contrepartie elles instaurent de fait une fragmentation totale du territoire (Désiré, 1990 ; Devilleger <i>et al.</i>, 2010 ; Putman, 1997 ; Voelk & Glitznier, 1998). Par ailleurs, les cerfs peuvent avoir le réflexe de longer les clôtures jusqu'à leur terme puis de franchir finalement la voie ; au final, certains animaux peuvent se retrouver prisonniers sur l'emprise de la voie dans la zone de clôture (Désiré, 1990). Enfin, l'engrillagement des voies peut provoquer une concentration des passages des animaux sur les rares zones laissées ouvertes qui deviennent par conséquent fortement « accidentogènes » (Devilleger <i>et al.</i>, 2010) ;

- il est possible de travailler sur l'habitat en entretenant un milieu défavorable pour eux aux abords des voies afin de dissuader les animaux de fréquenter les emprises (Carsignol, 2003). L'éclaircissage de la végétation des abords de la voie permet aussi d'élargir le champ de vision de l'animal comme de l'automobiliste et réduit donc les risques de collisions (Désiré, 1990). L'élimination du couvert végétal aux abords strict de la voie peut diminuer l'intérêt de ces lieux pour les cerfs qui suivent en règle générale la végétation (haies, talus) ou qui tout simplement peuvent être attirés par cette végétation comme source de nourriture (Désiré, 1990) ;

- il est possible de travailler plutôt sur le comportement des automobilistes en limitant leur vitesse, en les avertissant de l'approche d'un danger potentiel et d'une manière générale par l'information et l'éducation (Carsignol, 2003 ; Désiré, 1990 ; ONCFS, 2012 ; Putman, 1997). Toutefois, les panneaux « classiques » indiquant au conducteur qu'il se situe dans une zone à cerfs se révèlent peu efficaces car les conducteurs n'y font plus réellement attention (com. pers. Carsignol, 2012). En revanche, à l'étranger, la pose de panneaux lumineux munis de détecteurs et avertissant le conducteur uniquement lorsqu'un cerf s'approche de la route a été expérimentée et s'avère plus efficace (com. pers. Carsignol, 2012). Récemment, un dispositif embarqué dans le véhicule et avertissant le conducteur, y compris de nuit, de la présence d'un Cerf élaphe sur le bord de la route a aussi été testé mais son efficacité n'est pas encore évaluée (Putman *et al.*, 2004) ;

- il est possible de modifier sur le réseau routier lui-même (doublement, élargissement, rectification des courbes) pour permettre une meilleure visibilité des conducteurs par exemple (Désiré, 1990).

Des enquêtes récentes montrent que le recours à l'une ou l'autre de ces différentes mesures se généralise (Carsignol, 2003). Toutefois, pour certaines de ces mesures, leur efficacité n'est pas démontrée par des tests de contrôle crédibles (Carsignol, 2003). Par ailleurs, c'est souvent la mise en place d'une politique globale associant une combinaison de différentes mesures qui permet d'atteindre une certaine efficacité (ONCFS, 2012 ; Putman *et al.*, 2004).

La régulation par les êtres humains des populations de Cerf élaphe est parfois évoquée comme une mesure pour éviter les collisions dans la bibliographie. Toutefois, au-delà du fait qu'elle supprime le problème plus qu'elle ne le résout, cette mesure peut se révéler sans intérêt car la relation entre le nombre d'accidents et les effectifs de population n'est pas clairement démontrée et s'avère même inexacte dans certains cas (Putman *et al.*, 2004) ; celle-ci dépend en effet de différents facteurs tel que le type de site traversé (Carsignol, 2003). Pour un massif forestier par exemple, cette mesure semble efficace (Carsignol, 2003).

> Des mesures sont également possibles pour tenter de rétablir un franchissement sécurisé des voies par le Cerf élaphe en construisant des passages à faune et en grillageant les abords. C'est le seul moyen de garantir les échanges chez ce grand herbivore dont les déplacements sont généralement ritualisés à l'intérieur du domaine vital (Carsignol, 2006).

Pour le Cerf élaphe, il est recommandé de construire des ouvrages de grande taille, de 12 à 25 m de large minimum, de type pont vert restituant un couloir biologique de libre circulation suffisamment large (*in* Carsignol, 2006). Pour Tombal & Bonnet (2009), 20 m de largeur serait même un minimum pour le Cerf élaphe.

Ce type d'ouvrage a été mis en place par exemple sur l'A5 en Champagne-Ardenne : un passage spécifique végétalisé a été installé pour rompre l'isolement d'un isthme forestier de 600 ha utilisé par les Cerfs élaphe en période d'estive et qui présente une importance biologique forte dans l'organisation spatiotemporelle de la population des Cerfs élaphe (Carsignol, 2006). Ce passage mesure 8 m au centre et 28 m aux extrémités (Carsignol, 2006). Après sa construction et depuis la pose des clôtures le long de l'autoroute A5, une modification des déplacements saisonniers de la grande faune sauvage a été constatée (Carsignol, 2006). Pendant 5 années de suivi (1991-1995), 16 traversées de cerfs et de biches ont été observées sur ce passage (Carsignol, 2006).

Des passages spécifiques pour le Cerf élaphe ont également été mis en place dans la vallée de la Maurienne afin de diminuer l'impact de l'autoroute A43 passant dans la vallée sur le comportement migratoire des cerfs dans cette région (com. pers. Carsignol, 2012). Il existe notamment un passage mixte sans doute unique en France associé à un pont canal et cet ouvrage se trouve emprunté chaque année par des dizaines de cerfs (com. pers. Carsignol, 2012).

Il est très important que ces ouvrages soient suffisamment pensés en amont car un dimensionnement trop étroit et surtout un mauvais positionnement peuvent les rendre totalement inefficaces (Carsignol, 2006 ; ONCFS, 2012 ; Tombal & Bonnet, 2009 ; Voelk & Glitzner, 1998). C'est le cas par exemple de la passerelle de Saverne sur l'A4 en bois lamellé collé (60 m de long, 10 m de large) qui s'est révélé inutilisable par les cerfs pour ces deux raisons (*in* Carsignol, 2006) : Le passage d'Urcel près de Laon, de 15 m de large, s'est lui aussi avéré inefficace car trop étroit (Tombal & Bonnet, 2009).

Au-delà de la largeur, de nombreux paramètres sont à prendre en compte pour optimiser la probabilité que le passage soit emprunté (pose de parapets antiphares, maintien de microhabitats sur le pont reliés aux habitats hors du pont, ...) (Tombal & Bonnet, 2009). La réalisation de schémas de pré-aménagement peut permettre d'assurer une meilleure efficacité de ces « bioponts » (Tombal & Bonnet, 2009).

D'après les suivis effectués, lorsque des passages supérieurs et des passages inférieurs sont construits à proximité, les cerfs préfèrent utiliser les passages supérieurs (Luell *et al.*, 2007). Pour les passages inférieurs, la hauteur minimale pour le Cerf élaphe est de 2,2 m (de préférence entre 2,6 à 2,8 m) (Luell *et al.*, 2007).

La construction d'un ouvrage doit s'accompagner de la pose adaptée d'un grillage afin de leur interdire la traversée de la voie autrement que par le passage et de les guider vers ce dernier.

Ce grillage doit mesurer 2,5 à 2,8 m de hauteur (Carsignol, 2008 ; Putman *et al.*, 2004). La distance entre les poteaux tenant le grillage doit être de 4 à 6 m (Carsignol, 2008 ; Luell *et al.*, 2007), jusqu'à 10 m dans un paysage plat (Luell *et al.*, 2007). Le treillis soudé ou noué à maille régulière ou progressive est largement utilisé dans le domaine autoroutier et ferroviaire (Carsignol 2008). Une largeur de maille de 152,4 mm et une hauteur de maille minimale à la base de 50,8 mm ou 76,2 mm puis 203,2 mm en haut sont adaptées pour le Cerf élaphe (Carsignol, 2008 ; Putman

et al., 2004). Le matériau du treillis doit avoir une épaisseur de 2,5 mm (Putman *et al.*, 2004). Il existe des treillis à poser sur le sol ou des treillis à enterrer, les deux sont adaptés pour arrêter les cerfs car ceux-ci ne passent pas dessous (Carsignol, 2008) mais il peut être nécessaire d'enterrer le treillis (de 20 à 40 cm) pour ne pas que d'autres espèces, notamment les sangliers, forcent le passage et suppriment donc petit à petit l'utilité du grillage (Putman *et al.*, 2004). L'installation d'un bavolet n'est pas conseillée dans la mesure où il n'est pas indispensable pour le Cerf, qu'il est contraignant à l'entretien et que le dépôt de neige peut fragiliser l'ensemble de la clôture (Carsignol, 2008).

Grigor *et al.* (1997) ont testé les préférences du Cerf élaphe pour ses déplacements sur des voies aménagées. Les chercheurs ont ainsi fait parcourir (longitudinalement) à des Cerfs élaphe des portions de routes aux caractéristiques différentes (largeur, rectitude, éclairage). Les résultats montrent l'existence d'un moment d'attente des animaux avant que ceux-ci s'engagent sur la voie et ce laps de temps varie significativement en fonction de la largeur de la voie : entre 2,7 et 6,9 s respectivement pour une voie large (1,5 m) ou étroite (50 cm). Le temps est également diminué si la voie est incurvée (4,2 s) par rapport à une voie rectiligne (5,4 s). Par contre, le niveau de luminosité de la voie n'influence par ce temps d'attente.

Une fois engagés sur la voie, les animaux parcourent plus rapidement les voies larges (10,3 s) que les voies étroites (13,6 s). Par contre, la forme de la voie et son taux d'éclairage n'influent pas sur la vitesse du parcours.

Les individus se suivent de moins près dans le cas des voies étroites (1 m entre chaque cerf et toujours en file indienne) que dans le cas des voies larges (50 cm entre chaque cerf voire plusieurs cerfs sur un même front).

Enfin, il semble qu'il y ait un apprentissage des Cerfs à la configuration d'une voie et que cet apprentissage se fasse très rapidement : les individus parcourent les voies plus rapidement le 2ème d'expérimentation que le 1er jour et ce comportement plus assuré reste ensuite acquis les jours suivants.

INFLUENCE DE LA MÉTÉOROLOGIE ET DU CLIMAT

D'une manière générale, la dynamique de population du Cerf élaphe peut être affectée par le climat. En Norvège, Forchhammer *et al.* (1998) ont montré que, aussi bien la forte chaleur que les hivers neigeux étaient associés à un déclin de l'abondance de populations du fait d'une surmortalité. En revanche, ce type de climat extrême posséderait un effet positif à retardement par un accroissement de la fécondité l'année suivante (Forchhammer *et al.*, 1998). La dynamique revient ensuite à la normale au bout de la troisième année (Forchhammer *et al.*, 1998).

L'épaisseur de neige au sol est un paramètre influant sur la répartition et sur les déplacements du Cerf élaphe et ce constat a été fait par de nombreux auteurs. Banfield (1949 in Sweeney & Sweeney, 1984) rapporte qu'une épaisseur de 56 cm en octobre provoquait le retrait de nombreux Cerfs. Pour Anderson (1954 in Sweeney & Sweeney, 1984), 15 à 25 cm de neige suffisent même à initier un mouvement migratoire des cerfs. Craighead *et al.* (1973 in Sweeney & Sweeney, 1984) rapportent que les Cerfs élaphe peuvent marcher dans 120 à 150 cm de neige mais rarement sur plus de 275 m. Leege & Hickey (1977 in Sweeney & Sweeney, 1984) observent que le Cerf élaphe préfère les zones où la neige ne dépasse pas 45 cm d'épaisseur mais peut occasionnellement utiliser des sites avec 60 cm de couverture neigeuse. Sweeney & Sweeney (1984) ont procédé à plus de 1 200 observations et ont constaté que des épaisseurs de neige de 40 et 70 cm constituent des seuils décisifs. Les sites avec plus de 70 cm sont rarement utilisés et s'ils le sont, cette épaisseur constitue un sérieux handicap pour le Cerf dans ses mouvements car les individus ne peuvent se déplacer que par bonds (Sweeney & Sweeney, 1984). Une épaisseur de 40 cm ne constitue pas un handicap physique pour le Cerf élaphe dans ses déplacements mais provoque une mise en mouvement vers des zones moins enneigées (Sweeney & Sweeney, 1984).

En plus d'être une contrainte au mouvement, la neige est également un facteur limitant l'accès à la nourriture. En automne, c'est donc l'apparition de la neige qui provoque la réduction du domaine vital observée par Georgii (1980). A l'inverse au printemps, c'est la réapparition de la végétation qui entraîne le réagrandissement du domaine vital (Georgii, 1980).

Par ailleurs, la nourriture étant moins accessible en hiver, l'été est une période cruciale pour emmagasiner des réserves pour le passage de cette saison. Pour Coulson *et al.* (1997), le principal facteur qui détermine si un individu survivra ou non à un hiver est sa condition physique à la fin de l'été. En particulier, les faons ont besoin d'accroître rapidement leur masse corporelle pendant leur premier été pour être en capacités de passer l'hiver (Clutton-Brock *et al.*, 1982 in Coulson *et al.*, 1997).

En cas de conditions climatiques rudes en hiver, les Cerfs élaphe peuvent rester confinés dans les forêts de conifères, essentiellement dans les peuplements d'Épicéa âgés de 15 à 35 ans (Debeljak *et al.*, 2001). Ces formations végétales formant un couvert végétal dense limite l'accumulation de neige au sol et rendent les ressources alimentaires plus accessibles, tout en protégeant les individus contre les prédateurs (Debeljak *et al.*, 2001). Ce sont également les conditions climatiques rudes qui peuvent amener les cerfs à migrer : dans la vallée de la Maurienne, les cerfs migrent d'un versant à l'autre selon les conditions d'ensoleillement et d'enneigement (com. pers. Carsignol, 2012) et la migration inversée constatée dans les Cévènes est également expliquée par les caractéristiques de l'enneigement (Pepin *et al.*, 2008).

Pour Debeljak *et al.* (2001), l'altitude idéale pour le Cerf élaphe se situe entre 413 et 712 m : en-dessous de 400 m l'urbanisation et l'artificialisation des milieux sont souvent trop importantes et, au-dessus de 800 m, les conditions climatiques commencent à devenir montagnardes donc plus hostiles au Cerf élaphe. Toutefois, dans les faits, le Cerf élaphe peut fréquenter des altitudes très variées. Il a par exemple été observé sur la plage en France dans le camp militaire de Biscarosse (Landes) et également sur le bord de mer en Écosse (com. pers. Vignon, 2012). A l'opposé, il est présent en été au-dessus des arbres jusqu'à plus de 2 000 m (Aulagnier *et al.*, 2010) et même à plus de 3000 m en Autriche (com. pers. Vignon, 2012). Ces dernières années, le Cerf élaphe a même surtout colonisé des zones montagnardes : en 20 ans, ses effectifs ont été multipliés par 9 dans le Massif central, les Alpes et les Pyrénées contre une multiplication par 3 sur l'ensemble du territoire national (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff *et al.*, 2008 ; Saint-Andrieux *et al.*, 2012). En 2005, il occupait 100 000 km² en plaine, 30 000 km² en moyenne montagne (600 à 1500 m) et 7000 km² en haute montagne (> 1500 m) (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Saint-Andrieux *et al.*, 2012). On estime que 40 % de la surface disponible au dessus de 1 500 m est occupée (Pfaff & Saint-Andrieux, 2009 ; Pfaff *et al.*, 2008 ; Saint-Andrieux *et al.*, 2012).

POSSIBILITÉS DE SUIVIS DES FLUX ET DÉPLACEMENTS

Les déplacements du Cerf élaphe peuvent être suivis à l'aide de pièges photographiques ou vidéos (Carsignol 1998). Le recours à la photosurveillance ou à la vidéosurveillance offre des possibilités intéressantes d'études comportementales en particulier pour suivre l'utilisation des ouvrages de

franchissement, qu'ils soient dédiés au passage de la faune ou qu'il s'agisse d'ouvrages ordinaires pouvant servir à leur déplacement (Carsignol 1998). Cette technologie est très utile à la fois pendant la conception, la gestion puis l'évaluation des ouvrages (Carsignol 1998). Il est également possible d'avoir recours à des pièges à traces (bandes sableuses par exemple) afin d'identifier le passage de Cerf élaphe sur un ouvrage de franchissement (Carsignol 2006). Il est également possible de procéder à des comptages par approche et affût combinés (ONCFS, 2012a).

Le radiopistage a déjà été effectué sur le Cerf élaphe à l'étranger, comme aux États-Unis (Ager *et al.*, 2003 ; Edge & Marcum, 1985), au Canada (Ryckman *et al.*, 2010), en Allemagne (Georgii, 1981 ; Georgii & Schroder, 1983), en Italie (Luccarini *et al.*, 2006), en Norvège (Kleveland, 2007). Basée sur le repérage radio d'individus équipés d'émetteurs, la technique de radiotracking permet de mieux comprendre les mouvements du Cerf élaphe dans l'espace et dans le temps (mouvements saisonniers ou journaliers, ...) ou encore la dispersion. L'émetteur radio peut-être posé à l'animal sous la forme d'un collier (Georgii, 1980).

La pose de collier GPS a également été expérimentée sur le Cerf élaphe au Canada (Frair *et al.*, 2005), en Norvège (Kleveland, 2007) et en France (Pépin *et al.*, 2008). Cette technique se révèle efficace pour suivre les mouvements routiniers comme saisonniers et d'une manière générale l'activité des individus équipés.

L'outil moléculaire a été utilisé à plusieurs reprises sur le Cerf élaphe (Frantz *et al.*, 2006 ; Kuehn *et al.*, 2004 ; Kuehn *et al.*, 2003 ; Ludt *et al.*, 2004 ; Zachos *et al.*, 2007), y compris en France, dans les Vosges (Hartl *et al.*, 2005 ; Hartl, 1998). Des études sont en cours en Bretagne, Centre et Île-de-France (com. pers. Vignon, 2012).

Les analyses peuvent se faire à partir de prélèvement de tissus sur des animaux morts (foie, cœur, rein) (Hartl *et al.*, 2005 ; Kuehn *et al.*, 2004 ; Kuehn *et al.*, 2003 ; Zachos *et al.*, 2007), à partir des bois (Ludt *et al.*, 2004) ou encore à partir d'indices de présence récoltés sur le terrain (poils, sang, fragment de tissus) (Frantz *et al.*, 2006 ; Szabolcsi *et al.*, 2008). L'outil moléculaire permet de comprendre la phylogénie et la phylogéographie des Cervidés à plusieurs échelles (Frantz *et al.*, 2006 ; Kuehn *et al.*, 2004 ; Ludt *et al.*, 2004), d'évaluer l'état de fragmentation de plusieurs populations y compris à l'échelle d'un pays (Hartl *et al.*, 2005) ou encore de mesurer la diversité génétique d'une population (Kuehn *et al.*, 2003 ; Zachos *et al.*, 2007).

ESPÈCES AUX TRAITS DE VIE SIMILAIRES OU FRÉQUENTANT LES MÊMES MILIEUX

Chevreuril européen

D'après :

Barbarreau & Vignon, 2008
Carsignol 2006
Carsignol 2003
Désiré, 1998
Duquet & Maurin, 1992
ONCFS, 2012b
SETRA, 2000

Le **Chevreuril européen** (*Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758)) fréquente les milieux où alternent massifs boisés (surtout feuillus) et zones dégagées (cultures, champs), les bocages, les bois avec nombreuses clairières situés dans des régions d'enneigement réduit (en durée et en hauteur) (Duquet & Maurin, 1992). Cette espèce s'est adaptée également aux grandes plaines cultivées (Duquet & Maurin, 1992). Elle atteint la limite supérieure des forêts en montagne (2 400 m dans les Alpes) (Duquet & Maurin, 1992).

Le Chevreuril européen possède des capacités de déplacements importantes : il court, saute et nage aussi très bien (Duquet & Maurin, 1992). Au moment de la reproduction les mâles témoignent d'un comportement de déplacement particulier en formant des ronds ou des huit à la poursuite de femelles (Duquet & Maurin, 1992).

Contrairement au Cerf élaphe, le Chevreuril européen est une espèce peu sociable : les individus vivent seuls, en couple ou en petits groupes (jusqu'à 10-15 individus surtout en hiver) (Duquet & Maurin, 1992). Le fonctionnement des populations chez le Chevreuril européen est donc très différent de celui observé chez le Cerf élaphe. Espèce territoriale, le Chevreuril européen ne vit pas ou très peu dans des espaces où les animaux se concentrent et ses domaines vitaux forestiers sont petits, inférieurs à quelques dizaines d'hectares (com. pers. Vignon, 2011). En automne hiver, mâles et femelles utilisent des domaines vitaux de taille similaires de l'ordre de 20 ha en milieu forestier et de 100 à 150 ha en milieu agricole. Le territoire d'un brocard adulte couvre une surface de l'ordre de 35 ha délimitée par des marquages visuels et olfactifs (ONCFS, 2012b).

Comme le Cerf élaphe, le Chevreuril européen est actif surtout au crépuscule, la nuit et à l'aube (Duquet & Maurin, 1992 ; ONCFS, 2012b) et dans la journée il demeure lui aussi caché en forêt (Duquet & Maurin, 1992).

Il est actif toute l'année (Duquet & Maurin, 1992). Les accouplements ont lieu en juillet août (Duquet & Maurin, 1992). La gestation débute en décembre/janvier et dure 5 mois (Duquet & Maurin, 1992). Les naissances arrivent en mai/juin (Duquet & Maurin, 1992). Généralement les femelles produisent 2 petits qu'elle allaite pendant 2-3 mois (Duquet & Maurin, 1992). Après une phase cryptique de quelques semaines, ils accompagnent progressivement la mère dans ses déplacements (ONCFS, 2012b) puis s'émancipent vers 6-7 mois (Duquet & Maurin, 1992). Ils quittent le territoire de naissance et recherchent un domaine personnel durant une période erratique variant de 6 mois à un an (ONCFS, 2012b). Ils acquièrent la maturité sexuelle à 2 ans (Duquet & Maurin, 1992).

Comme pour le Cerf élaphe, le développement croissant des infrastructures de transport routier et ferroviaire limite les échanges entre les populations et pose le problème des collisions dont la fréquence montre une forte corrélation avec l'augmentation des populations. Le Chevreuril européen est même beaucoup plus concerné encore que le Cerf élaphe par le phénomène des collisions. Ainsi :

- le recensement du SETRA de 1984 révèle 80 % de Chevreuril européen parmi les 11 055 cadavres des trois Cervidés comptabilisés (SETRA, 2000) ;
- dans l'enquête de 1993-1994, le Chevreuril européen est l'espèce la plus concernée avec 75 % des collisions (Carsignol 2003) ;
- l'étude de Barbarreau & Vignon (2008) aboutit à 16 300 Chevreurils européens sur les 23 300 collisions recensées, soit 70 % environ.

Les collisions sont maximales en avril et mai, alors même que les effectifs sont les moins importants (avant naissances) (Désiré, 1998). Cette période correspond à l'éclatement de la cellule familiale, et à une plus forte activité chez les mâles et les jeunes (Désiré, 1998). L'autre période où les collisions sont importantes est l'automne ce qui s'explique par un dérangement plus important des animaux : recherche de nourriture en raison des conditions climatiques plus défavorables, dérangements liés à la fréquentation de la forêt (champignons, chasse...) (Désiré, 1998).

	<p>Comme pour le Cerf élaphe, la mise en place de passages spécifiques peut permettre de réduire le phénomène en établissant un franchissement sécurisé des voies routières. Pour le Chevreuil européen, des passages de 7 à 12 m suffisent (Carsignol 2006).</p> <p>En France, le Chevreuil européen fut exterminé de départements entiers au XIX^{ème} siècle (Duquet & Maurin, 1992). Aujourd'hui, il est présent sur tout le territoire sauf en Corse (Duquet & Maurin, 1992).</p>
<p>Autres espèces</p> <p>D'après : CEEP, 2010 Devilleger <i>et al.</i>, 2010 Julien <i>et al.</i>, 2010 Iravani <i>et al.</i>, 2011 luell <i>et al.</i>, 2007 Schutz <i>et al.</i>, 2003 Vignon, 2011 Zanella, 2007 Zanella <i>et al.</i>, 2008a Zanella <i>et al.</i>, 2008b</p>	<p>Le Cerf élaphe est une espèce représentative du milieu forestier au sens large et peut être considérée comme une espèce parapluie (Julien <i>et al.</i>, 2010 ; CEEP, 2010) voire indicatrice d'un continuum boisé forestier (Devilleger <i>et al.</i>, 2010). Cette espèce, plus grand mammifère terrestre de la plaine en France, possède de grandes exigences en termes de déplacement (besoins et sensibilité aux contraintes) (com. pers. Vignon, 2011). Sa capacité de colonisation et la dimension des domaines vitaux font du Cerf élaphe l'un des meilleurs indicateurs des continuités forestières, sensible aux effets de coupure des grandes infrastructures de transport, des extensions urbaines et des clôtures qui entravent ses déplacements (com. pers. Vignon, 2011). Il n'y a pas d'équivalent, notamment parmi les autres espèces de la plaine française, pour utiliser des mosaïques d'habitats à l'échelle des grands paysages (com. pers. Vignon, 2011). Par exemple, les zones de tranquillité mises en place pour le Cerf élaphe peuvent être utiles pour un cortège important d'autres espèces (ongulés, carnivores, micromammifères...) (Julien <i>et al.</i>, 2010).</p> <p>Le régime herbivore du Cerf élaphe apparaît nettement comme un moteur dans la dynamique végétale des prairies subalpines étudiées en Suisse par Schutz <i>et al.</i> (2003). Les auteurs ont constaté que la succession végétale est plus rapide dans les zones où le Cerf élaphe s'alimente et que la végétation s'est adaptée à la pression d'herbivorie avec une diminution de sa croissance en hauteur (Schutz <i>et al.</i>, 2003). Dans le même temps, l'abondance en espèce que le cerf ne consomme pas a augmenté avec l'apparition d'espèces possédant des défenses morphologiques ou présentant des méthodes d'évitement spatial (croissance très près du sol par exemple) ou temporel (plantes annuelles à durée de vie courte) (Schutz <i>et al.</i>, 2003). Il en résulte donc une forte augmentation de la richesse spécifique du milieu : entre 1917 et 1999, le nombre d'espèces de plantes a doublé en moyenne parallèlement à l'augmentation des densités de cerfs (Schutz <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>Le Cerf élaphe participe lui-même au déplacement d'autres espèces par un transport passif de graines et d'invertébrés sur de très longues distances (Vignon, 2011). Le transport peut se faire via le pelage ou les pattes auxquels s'accrochent les hôtes (Vignon, 2011). Ainsi, les Cerfs qui se souillent dans les mares (ce que ne font pas les Chevreuils), mettent en relation, avec les sangliers, la faune et la flore des zones humides (Vignon, 2011). Le transport de graines peut aussi avoir lieu par ingestion des graines puis rejet dans les excréments (Iravani <i>et al.</i>, 2011). Iravani <i>et al.</i> (2011) qui ont mené une étude en Suisse ont comptabilisés 47 espèces végétales dans leurs soit 40 % des espèces identifiées par inventaire botanique sur les sites. Iravani <i>et al.</i> (2011) constatent que ce transport concerne essentiellement des espèces végétales herbacées rases et possédant des petites graines. En les dispersant entre sites différents, le Cerf élaphe joue donc un rôle fondamental dans la dynamique végétal des prairies (Iravani <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Ces facultés de dissémination peuvent également amener le Cerf élaphe à véhiculer des agents pathogènes. Des lésions macroscopiques évoquant la tuberculose bovine (<i>Mycobacterium bovis</i>) ont été observées en 2001 chez trois cerfs tués à la chasse en forêt de Brotonne en Normandie (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 2008). Il ne suffit pas cependant que la maladie soit présente chez une espèce pour dire qu'elle en est un réservoir (Zanella, 2007). Par ailleurs, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) a montré que le facteur qui a le plus d'influence sur le contrôle de l'infection est le ramassage des viscères des animaux tués par la chasse. L'infection peut en effet être totalement contrôlée lorsque ce ramassage est parfait, ce qui n'est plus le cas lorsqu'il est imparfait (ni a fortiori lorsqu'il n'est pas mis en œuvre) (Zanella <i>et al.</i>, 2008). Les viscères contaminés laissés sur place par les chasseurs représentent ainsi la principale source d'infection de <i>M. bovis</i> car, en plus du comportement charognard des sangliers, les cerfs semblent eux-aussi pouvoir s'infecter en « examinant » par curiosité des viscères d'animaux infectés abandonnés par les chasseurs (Zanella <i>et al.</i>, 2008b ; Lugton <i>et al.</i>, 1997 in Zanella, 2007). Il faut noter toutefois que le Cerf élaphe semble d'une manière générale peu affecté par les épizooties et peut supporter des charges parasitaires élevées sans manifester de troubles apparents (ONCFS, 2012a).</p> <p>Enfin, les mesures permettant le rétablissement d'un franchissement sécurisé pour le Cerf élaphe peuvent servir dans le même temps pour d'autres espèces. Ainsi, un passage au-dessus d'une autoroute, construit pour protéger la voie de migration du Cerf élaphe, peut aussi assurer la connectivité des habitats des populations d'invertébrés (insectes) ou de petits vertébrés (lézards ou souris) (Luell <i>et al.</i>, 2007).</p>

> Rédacteur :

Romain SORDELLO, Muséum national d'Histoire naturelle - Service du patrimoine naturel

> Relecteurs :

Jean CARSIGNOL, Centre d'études techniques de l'équipement (CETE) de l'Est
Audrey SAVOURE-SOUBELET, Muséum national d'Histoire naturelle - Service du patrimoine naturel
Vincent VIGNON, Office de génie écologique

> Bibliographie consultée :

- AGER A.-A., JOHNSON B.-K., KERN J.-W. & KIE J.-G. (2003). Daily and seasonal movements and habitat use by female Rocky mountain elk and Mule deer. *Journal of mammalogy*. Volume 84. Numéro 3. Pages 1076-1088.
- AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A.-J., MOUTOU F. & ZIMA J. (2010). *Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Editions Delachaux & Niestlé. Paris, France. 270 pages.
- BAGHLI A., MOES M. & WALZBERG C. (2007). Les corridors faunistiques du cerf (*Cervus elaphus*) au Luxembourg. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois*. Numéro 108. Pages 63-80.
- BOISAUBERT B., LANDRY P. & MOURON D.. Le Cerf élaphe instrument de mesure de la fragmentation de l'espace. Pages 107-114. In: CETE DE L'EST. 3ème rencontre « Routes et faune sauvage ». Strasbourg du 30 septembre au 2 octobre 1998. Actes du colloque. Ministère de l'équipement, des transports et du logement et Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 460 pages.
- CARSIGNOL J. (2008). *Clôtures routières et faune – Critères de choix et recommandations d'implantation*. Note d'information. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 22 pages.
- CARSIGNOL J. (2006). *Routes et passages à faune - 40 ans d'évolution*. Bilan d'expériences. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 57 pages.
- CARSIGNOL J. (2003). *Systèmes et mesures visant à réduire le nombre de collisions avec les grands ongulés*. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 8 pages.
- CARSIGNOL J. (1998). *Surveillance automatique des passages pour la faune : piégeage photographique et suivi vidéo*. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 8 pages.
- CONSERVATOIRE - ÉTUDES DES ECOSYSTÈMES DE PROVENCE - ALPES DU SUD (CEEP) (2010). *Liste des espèces déterminantes pour la Trame Verte et Bleue de la région PACA Listes argumentées des espèces complémentaires proposées par le CSRPN*. 15 pages.
- COULSON T., ALBON S., GUINNESS F., PEMBERTON J. & CLUTTON-BROCK T. (1997). Population substructure, local density, and calf winter survival in Red deer (*Cervus elaphus*). *Ecology*. Volume 78. Numéro 3. Pages 852-863.
- DEBELJAK M., DZEROSKI S., JERINA K., KOBLER A. & ADAMIC M. (2001). Habitat suitability modelling for red deer (*Cervus elaphus* L.) in South-central Slovenia with classification trees. *Ecological modelling*. Numéro 138. Pages 321-330.
- DESIRE (1998). *Collisions véhicules grands mammifères sauvages. Évolution entre les inventaires de 1984-1986 et 1993-1994*. Note d'information. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 8 pages.
- DESIRE (1990). *Collisions véhicules grands mammifères sauvages. Les mesures de protection*. Note d'information. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 6 pages.
- DEVILLEGER C., ROULET J.-J., DAVID Y., SERRE D., LESAGE C. & REVERCHON S. (2010). Fragmentation du territoire par les clôtures : une dynamique préoccupante dans le Loiret - Etude d'impact sur le Cerf élaphe. *Faune sauvage*. Numéro 189. Pages 39-46.
- DUNOYER F. (2009). Analyse des risques liés à l'évolution des populations de cerf en France In: KLEIN F., BEDARIDA G. & GUIBERT B. (eds). Symposium Cerf. Dijon 18 - 19 avril 2008. Actes du colloque. ANCGG - FNC - ONCFS. Paris. Pages 30-38.
- DUQUET M. & MAURIN H. (1992). *Inventaire de la faune de France – Vertébrés et principaux invertébrés*. Muséum national d'Histoire naturelle. Éditions Nathan. Paris, France. 415 pages.
- DUSSAULT C., POULIN M., OUELLET J.-P., COURTOIS R., LAURIAN C., LEBLOND M., FORTIN J., BRETON L. & JOLICOEUR H. (2005). Existe-t-il des solutions à la problématique des accidents routiers impliquant la grande faune ? *Le naturaliste canadien*. Volume 129. Numéro 1. Pages 52-67.
- EDGE W.-D. & LES MARCUM C. (1985). Movements of Elk in relation to logging disturbances. *The Journal of wildlife management*. Volume 49. Numéro 4. Pages 926-930.
- FORCHHAMMER M.-C., STENSETH N.-C., POST E. & LANDVATN R. (1998). Population dynamics of Norwegian red deer: density dependence and climatic variation. *Proceedings of the Royal society of London*. Numéro 265. Pages 341-350.
- FRAIR J.-L., MERILL E.-H., VISSCHER D.-R., FORTIN D., BEYER H.-L. & MORALES J.-M. (2005). Scales of movement by elk (*Cervus elaphus*) in response to heterogeneity in forage resources and predation risk. *Landscape ecology*. Numéro 20. Pages 273-287.
- FRANTZ A.-C., POURTOIS T., HEUERTZ M., SCHLEY L., FLAMAND M.-C., KRIER A., BERTOUILLE S., CHAUMONT F. & BURKE T. (2006). Genetic structure and assignment tests demonstrate illegal translocation of red deer (*Cervus elaphus*) into a continuous population. *Molecular ecology*. Numéro 15. Pages 3191-3203.
- GEORGII B. (1981). Activity patterns of female Red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps. *Oecologia*. Numéro 49. Pages 127-136.
- GEORGII B. (1980). Home range patterns of female Red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps. *Oecologia*. Numéro 47. Pages 278-285.

- GRIGOR P.-N., GODDARD P.-J. & LITTLEWOOD C.-A. (1997). The movement of fanned red deer through raceways. *Applied animal behaviour science*. Numéro 52. Pages 171-178.
- HARTL G.-B.. Les conséquences de la fragmentation du paysage sur les mammifères : bilan des études génétiques - Étude de cas 1 : Le Cerf européen en liberté. Pages 39-40. *In*: CETE DE L'EST. 3ème rencontre « Routes et faune sauvage ». Strasbourg du 30 septembre au 2 octobre 1998. Actes du colloque. Ministère de l'équipement, des transports et du logement et Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 460 pages.
- HARTL G.-B., ZACHOS F. & NADLINGER K. (2003). Genetic diversity in European red deer (*Cervus elaphus* L.): anthropogenic influences on natural populations. *Compte rendus Biologies*. Volume 326. Supplément 1. Pages 37-42.
- HARTL G.-B., ZACHOS F.-E., NADLINGER K., RATKIEWICZ M., KLEIN F. & LANG G. (2005). Allozyme and mitochondrial DNA analysis of french Red deer (*Cervus elaphus*) populations : genetic structure and its implications for management and conservation. *Mammalian biology*. Volume 70. Numéro 1. Pages 24-34.
- HERNÁNDEZ L. & LAUNDRÉ J.-W. (2005). Foraging in the 'landscape of fear' and its implications for habitat use and diet quality of elk *Cervus elaphus* and bison *Bison bison*. *Wildlife biology*. Volume 11. Numéro 3. Pages 215-220.
- IRAVINI M., Schütz M., Edwards P.-J., Risch A.-C., Scheidegger C. & Wagner H.-H. (2011). Seed dispersal in red deer (*Cervus elaphus* L.) dung and its potential importance for vegetation dynamics in subalpine grasslands. *Basic and applied ecology*. Numéro 12. Pages 505-515.
- IUELL B., BEKKER H.-G.-J., CUPERUS R., DUFEK J., FRY G., HICKS C., HLAVAC V., KELLER V., ROSELL C., SANGWINE T., TORSLOV N. & WANDALL B. (2007). *Faune et trafic - Manuel européen d'identification des conflits et de conception de solutions*. Rapport COST 341 - Fragmentation des habitats due aux infrastructures de transport. Traduction assurée par le Service d'études techniques des routes et autoroutes. 179 pages.
- JULIEN J.-F., TILLON L. & VIGNON V. (2010). *Propositions du Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) sur le choix des espèces déterminantes Trame verte et bleue en Île-de-France. Annexe 5 - Propositions Mammifères*. 5 pages.
- KIE J.-G., AGER A.-A. & BOWYER R.-T. (2005). Landscape-level movements of North American elk (*Cervus elaphus*): effects of habitat patch structure and topography. *Landscape ecology*. Numéro 20. Pages 289-300.
- KLEVELAND K. (2007). *Seasonal home ranges and migration of red deer (Cervus elaphus) in Norway*. Thèse de Master. Université d'Oslo, Norvège. 42 pages.
- KUEHN R., HALLER H., SCHROEDER W. & ROTTMANN O. (2005). Genetic roots of the Red deer (*Cervus elaphus*) population in Eastern Switzerland. *Journal of heredity*. Volume 95. Numéro 2. Pages 136-143.
- KUEHN R., SCHROEDER W., PIRCHNER F. & ROTTMANN O. (2003). Genetic diversity, gene flow and drift in Bavarian Red deer populations (*Cervus elaphus*). *Conservation genetics*. Numéro 4. Pages 157-166.
- LUCCARINI S., MAURI L., CIUTI S., LAMBERTI P. & APOLLONIO M. (2006). Red deer (*Cervus elaphus*) spatial use in the Italian Alps: home range patterns, seasonal migrations, and effects of snow and winter feeding. *Ethology, ecology & evolution*. Volume 18. Numéro 2. Pages 127-145.
- LUDT C.-J., SCHROEDER W., ROTTMANN O. & KUEHN R. (2004). Mitochondrial DNA phylogeography of Red deer (*Cervus elaphus*). *Molecular phylogenetics and evolution*. Numéro 31. Pages 1064-1083.
- MORELLET N. & GUIBERT B. (1999). Spatial heterogeneity of winter forest resources used by Deer. *Forest ecology and management*. Numéro 123. Pages 11-20.
- ONCFS (2010). *Fiche espèce sur le Cerf élaphe*. 2 pages. Disponible en ligne sur : http://www.franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/M_Cerf_cle162cde.pdf
- PATTHEY P. (2003). *Habitat and corridor selection of an expanding Red deer (Cervus elaphus) population*. Thèse de doctorat présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne. Lausanne, Suisse. 158 pages.
- PÉPIN D., ADRADOS C., JANEAU G., JOACHIM J. & MANN C. (2008). Individual variation in migratory and exploratory movements and habitat use by adult Red deer (*Cervus elaphus* L.) in a mountainous temperate forest. *Ecological research*. Numéro 23. Pages 1005-1013.
- PÉREZ-ESPONA S., PÉREZ-BARBERÍA F.-J., MCLEOD J.-E., JIGGINS C.-D., GORDON I.-J. & PEMBERTON J.-M. (2008). Landscape features affect gene flow of Scottish Highland Red deer (*Cervus elaphus*). *Molecular ecology*. Numéro 17. Pages 981-996.
- PFAFF E., KLEIN F., SAINT-ANDRIEUX C. & GUIBERT B. (2008). La situation du Cerf élaphe en France. Résultat de l'inventaire 2005. ONCFS. *Faune Sauvage*. Numéro 280. Pages 40-50.
- PFAFF & SAINT-ANDRIEUX (2009). Le développement récent du cerf élaphe en France *In*: KLEIN F., BEDARIDA G. & GUIBERT B. (eds). Symposium Cerf. Dijon 18 - 19 avril 2008. Actes du colloque. ANCGG - FNC - ONCFS. Paris. Pages 10-18.
- PUTMAN R.-J. (1997). Deer and road traffic accidents: options for management. *Journal of environmental management*. Numéro 51. Pages 43-57.
- PUTMAN R.-J., LANGBEIN J. & STAINES B.-W. (2004). *Deer and road traffic accidents: a review of mitigation measures: costs and cost-effectiveness*. Report for the Deer Commission for Scotland; Contract RP23A. 96 pages.

- RYCKMAN M.-J., ROSATTE R.-C., MCINTOSH T., HAMR J. & JENKINS D. (2010). Postrelease dispersal of reintroduced Elk (*Cervus elaphus*) in Ontario, Canada. *Restoration ecology*. Volume 18. Numéro 2. Pages 173-180.
- SAINT-ANDRIEUX C., BARBOIRON A., CORTI R. & GUIBERT B. (2012). La progression récente des grands ongulés sauvages en France. ONCFS. *Faune Sauvage*. Numéro 294. Pages 10-17.
- SAINT-ANDRIEUX C., KLEIN F., LEDUC D., LANDRY D. & GUIBERT B. (2004). La progression du Cerf élaphe en France depuis 1985. ONCFS. *Faune Sauvage*. Numéro 264. Pages 19-24.
- SAINT-ANDRIEUX C. & LEDUC D. (2003). *Le suivi patrimonial des cervidés - sanglier*. Office nacional de la chasse et de la faune sauvage. 7 pages.
- SANCHEZ-PRIETO C.-B., CARRANZA J., PEREZ-GONZALEZ J., ALARCOS S. & MATEOS C. (2010). Effects of small barriers on habitat use by Red deer: Implications for conservation practices. *Journal for nature conservation* [In press].
- SCHUTZ M., RISCH A.-C., LEUZINGER E., KRUSI B.-O., ACHERMANN G. (2003). Impact of herbivory by Red deer (*Cervus elaphus* L.) on patterns and processes in subalpine grasslands in the Swiss National Park. *Forest ecology and management*. Numéro 181. Pages 177-188.
- SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES (SETRA) (2000). *Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport – État de l'art*. Rapport de la France – Action COST 341 Transport. 196 pages.
- STANKOVIC A., DOAN K., MACKIEWICZ P., RIDUSH B., BACA M., GROMADKA R., SOCHA P., WEGLENSKI P., NADACHOWSKI A. & STEFANIAK K. (2011). First ancient DNA sequences of the Late Pleistocene Red deer (*Cervus elaphus*) from the Crimea, Ukraine. *Quaternary international*. Numéro 245. Pages 262-267.
- STORMS D. & HAMANN J.-L. (2009). L'occupation de l'espace par le Cerf élaphe *In*: KLEIN G., BEDARIDA G. & GUIBERT B. (eds). Symposium Cerf. Dijon 18 - 19 avril 2008. Actes du colloque. ANCGG - FNC - ONCFS. Paris. Pages 45-50.
- SWEENEY J.-M. & SWEENEY J.-R. (1984). Snow depths influencing winter movements of Elk. *Journal of mammalogy*. Volume 65. Numéro 3. Pages 524-526.
- SZABOLCSI Z., EGYED B., ZENKE P., BORSY A., PADAR Z., ZOLDAG L., BUZAS Z., RASKO I., OROSZ L. (2008). Genetic identification of Red deer using autosomal STR markers. *Forensic science international: genetics supplement*. Series 1. Pages 623-624.
- TOMBAL P. & BONNET G. (2009). Le cloisonnement de l'espace et l'avenir du Cerf. Biocorridors interforestiers et bioponts majeurs *In*: Klein F., BEDARIDA G. & GUIBERT B. (eds). Symposium Cerf. Dijon 18 - 19 avril 2008. Actes du colloque. ANCGG - FNC - ONCFS. Paris Pages 160-169.
- UICN FRANCE, MNHN, SFPEM & ONCFS (2009). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine*. Paris, France.
- VIGNON V. (2011). Impact des infrastructures humaines sur les continuités écologiques et les moyens mis en œuvre pour les minimiser. *Courrier de la nature*. Numéro 264. Spécial Corridors écologiques.
- VIGNON V. (2009). *Expertise sur les voies de circulation de la grande faune dans la commune de Viarmes (60)*. Office de génie écologique pour le Parc naturel régional Oise – Pays de France. 14 pages.
- VIGNON V. (1999). Le cerf et l'aménagement du territoire dans le sud ouest de l'Île-de-France. Pages 337-342. Actes des 3èmes rencontres « routes et faune sauvage ». Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- VIGNON V. & BARBARREAU H. (2008). Collisions entre véhicules et ongulés sauvages : quel coût économique ? Tentative d'évaluation. *Faune sauvage*. Numéro 279. Pages 19-23.
- VITTORI I., KLEIN F. & GACHET V. (date inconnue). *Pour un meilleur équilibre sylvo-cynégétique ; aménagement permettant d'accroître la capacité d'accueil d'un milieu de production ligneuse*. ONF & ONCFS. 31 pages.
- VOELK F. & GLITZNER I.. Évaluation des effets barrières des autoroutes sur le Cerf en Autriche. Pages 385-389. *In*: CETE DE L'EST. 3ème rencontre « Routes et faune sauvage ». Strasbourg du 30 septembre au 2 octobre 1998. Actes du colloque. Ministère de l'équipement, des transports et du logement et Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 460 pages.
- WOLF M., FRAIR J., MERRILL E. & TURCHIN P. (2009). The attraction of the known: the importance of spatial familiarity in habitat selection in wapiti *Cervus elaphus*. *Ecography*. Numéro 32. Pages 401-410.
- ZACHOS F.-E., ALTHOFF C., STEYNITZ Y.-V., ECKERT I. & HARTL G.-B. (2007). Genetic analysis of an isolated red deer (*Cervus elaphus*) population showing signs of inbreeding depression. *European journal of wildlife research*. Numéro 53. Pages 61-67.
- ZANELLA G. (2007). *Tuberculose bovine dans une population de cerfs et de sangliers sauvages : épidémiologie et modélisation*. Thèse soutenue pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Paris XI. Faculté de médecine de Paris-Sud. 199 pages.
- ZANELLA G., DURAND B., HARS J., MOUTU F., GARIN-BASTUJI B., DUVAUCHELLE A. & FERME M. (2008a). Premier foyer de tuberculose à *M. bovis* dans une population de cerfs et de sangliers sauvages en France. *Bulletin épidémiologique de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire et des Aliments*. 8 pages.

ZANELLA G., DURAND B. & MOUTU F. (2008b). *Évolution de la tuberculose à M. bovis dans la forêt de Brotonne-Mauny : analyse épidémiologique du programme de surveillance 2007-2008*. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Unité Épidémiologie, Laboratoire d'études et de recherches en pathologie animale et zoonoses, Maisons-Alfort. 1 page.

> Sitographie consultée :

OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE (2012a). *Le Cerf élaphe (Cervus elaphus)*. Disponible sur : <http://www.oncfs.gouv.fr/Connaitre-les-especes-ru73/Le-Cerf-elaphe-ar978> (consulté en août 2012)

OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE (2012b). *Le chevreuil (Capreolus capreolus L.)*. Disponible sur : <http://www.oncfs.gouv.fr/Connaitre-les-especes-ru73/Le-Chevreuil-ar977> (consulté en août 2012)

> Bibliographie non consultée qui pourra intéresser le lecteur :

ALBON S.-D., CLUTTON-BROCK T.-H., GUINNESS F.-E. (1987). Early development and population dynamics in Red deer. II. Density-independent effects and cohort variation. *Journal of animal ecology*. Volume 56. Numéro 1. Pages 69-81.

ANDERSON D.-P., FORESTER J.-D., TURNER M.-G., FRAIR J.-L., MERRILL E.-H., FORTIN D., MAO J.-S. & BOYCE M.-S. (2005). Factors influencing female home range sizes in elk (*Cervus elaphus*). *Landscape ecology*. Numéro 20. Pages 257-271.

BOYCE M.-S. (1991). Migratory behavior and management of Elk (*Cervus elaphus*). *Applied animal behaviour science*. Volume 29. Numéros 1-4. Pages 239-250.

BRUINDERINK G. & HAZEBROEK E. (1996). *Ungulate traffic collisions in Europe*. Volume 10. Numéro 4. Pages 1059-1067.

CUARTAS P., GORDON I.-J., HESTER A.-J., PÉREZ-BARBERÍA F.-J. & HULBERT I.-A.-R. (2000). The effect of heather fragmentation and mixed grazing on the diet of Sheep *Ovis aries* and Red deer *Cervus elaphus*. *Acta Theriologica*. Volume 45. Numéro 3. Pages 309-320.

DANIELSON B.-J. & HUBBARD M.-W. (1998). *A literature review for assessing the status of current methods of reducing deer-vehicle collisions*. Report prepared for the Task Force on Animal Vehicle Collisions, the Iowa Department of Transportation & the Iowa Department of Natural Resources. 30 pages.

DARLING F.-F. (2008). *A herd of Red deer: a study in animal behaviour*. 213 pages.

DESIRE (1990). *Collisions véhicules grands mammifères sauvages. Résultats du recensement*. Note d'information. Service d'études techniques des routes et autoroutes. 6 pages.

GAGNON J.-W., THEIMER T.-C., DODD N.-D., BOE S. SCHWEINSBURG R.-E. (2006). Traffic volume alters Elk distribution and highway crossings in Arizona. *The journal of wildlife management*. Volume 71. Numéro 7. Pages 2318-2323.

GEORGII B. & SCHRODER W. (1983). Home range and activity patterns of male red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps. *Oecologia*. Numéro 58. Pages 238-248.

GUINNESS F.-E., CLUTTON-BROCK T.-H. & ALBON S.-D. (1978). Affecting calf mortality in Red deer (*Cervus elaphus*). *Journal of animal ecology*. Volume 47. Numéro 43. Pages 817-832.

LANG G. (1987). *Gestion des populations de cervidés. Réflexions sur des problèmes de polymorphisme génétique*. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université Louis Pasteur Strasbourg. 150 pages.

LOWE V.-P.W. (1969). Population dynamics of the Red deer (*Cervus elaphus* L.) on Rhum. *Journal of animal ecology*. Volume 38. Numéro 2. Pages 425-457.

MOSHEH W., FRAIR J., MERRILL E. & TURCHIN P. (2009). The attraction of the known: the importance of spatial familiarity in habitat selection in wapiti *Cervus elaphus*. *Ecography*. Numéro 32. Pages 401-410.

MYSTERUD A. (2004). Temporal variation in the number of car-killed Red deer *Cervus elaphus* in Norway. *Wildlife biology*. Volume 10. Numéro 3. Pages 203-211.

RATCLIFFE P.-R. (1984). Population dynamics of Red deer (*Cervus elaphus* L.) in Scottish commercial forests. *Proceedings of the Royal society of Edinburgh*. Numéro 82. Pages 291-302.

RUEDIGER W.-B.-C., WALL K. & WALL R. (2005). Effects of highways on Elk (*Cervus elaphus*) habitat in the Western United States and proposed mitigation approaches. In: *Proceedings of the 2005 International conference on ecology and transportation*. Eds. Irwin CL, Garrett P, McDermott KP. Center for transportation and the environment. North Carolina State University, Raleigh, NC. Pages 269-278.

SLATE J., KRUIK L.-E.-B., MARSHALL T.-C., PEMBERTON J.-M. & CLUTTON-BROCK T.-H. (2000). Inbreeding depression influences lifetime breeding success in a wild population of Red deer (*Cervus elaphus*). *Proceedings of the Royal society of London*. Numéro. 267

STAINES B.-W. (1978). The dynamics and performance of a declining population of Red deer (*Cervus elaphus*). *Journal of zoology*. Volume 184. Numéro 3. Pages 403-419.

> Pour citer ce document :

SORDELLO R. (2012). *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Cerf élaphe (Cervus elaphus Linnaeus, 1758) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques*. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 20 pages.