

**Étude de la fonctionnalité de passages à faune et autres ouvrages sur les autoroutes A83
et A87 dans le département de la Vendée**

Kévin GUICHARD



Année universitaire 2012 - 2013

Sous la direction de M. Vézians DUPONT

Chef de projet écologue

Biotope Agence Pays de la Loire

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe de l'agence Biotope pays de la Loire qui m'a accueilli et m'a fait confiance. Tout d'abord Julie Touse et Vézians Dupont qui m'ont encadré tout au long du stage et ont toujours été là pour me conseiller. Merci de m'avoir fait confiance pour la réalisation des expertises reptiles, amphibiens et odonates.

Merci à Julien Mérot et Willy Raitière, les experts de biotope qui m'ont beaucoup apportés sur le plan naturaliste. Aussi à Mickael Guillon qui m'a souvent aidé à identifier certaines espèces sur des photos parfois difficiles.

Merci à Delphine qui m'a maintes fois sortie de l'impasse sur MapInfo.

Et bien sûr merci à Sandrine Guy sans qui rien ne pourrait tourner.

Je souhaite aussi remercier l'équipe des stagiaires, Clément, Marine et Emeline qui ont participé grandement à créer une ambiance de travail particulièrement agréable.

Un grand merci à Elisa, Chantal et Laetitia, mes relecteurs qui m'ont soutenu pendant le stage et l'écriture de ce rapport



Sommaire

1. Introduction.....	1
1.1 Contexte Général.....	1
1.2 Contexte de l'étude	2
1.3 Objectifs et limites de l'étude.....	3
2. Matériels et Méthodes	4
2.1 Zone d'étude et choix des ouvrages	4
2.2 Le piégeage photographique	6
2.3 Méthode d'analyse.....	7
3. Résultats.....	9
3.1 Utilisation par la faune	9
3.2 Description synthétique des ouvrages.....	11
3.3 Analyse de l'influence des variables environnementales et structurales des ouvrages sur l'utilisation des passages par la faune	13
4. Discussion	15
4.2 Espèces et utilisation des ouvrages	15
4.3 Influence des facteurs étudiés sur l'utilisation des ouvrages	18
4.4 Propositions de gestion, d'aménagement	18
5. Conclusion	19
6. Bibliographie.....	20
7. Lexique.....	23
8. Annexes.....	24
8.1 Tableau de données brutes partiel	24
8.2 Statuts de protection des espèces de mammifères sauvages	25
9. Résumé.....	26

1. Introduction

1.1 Contexte Général

La fragmentation des habitats résulte de la séparation d'une superficie d'habitat en plusieurs parties. Les habitats qui subsistent peuvent perdre leur capacité à assurer la survie d'espèces animales ou végétales du fait d'une superficie devenue trop restreinte. Les aménagements du territoire, et notamment les infrastructures linéaires de transport comme les autoroutes, dont il sera plus particulièrement question dans cette étude, sont une des causes de fragmentation des habitats parmi d'autres (agriculture intensive, urbanisation, clôtures...).

Sur le tracé de ces infrastructures, la perte d'habitats naturels participe à la fragmentation des zones humides, mares, pelouses, haies, vieux arbres... La fragmentation des habitats causée par les infrastructures linéaires de transport peut être aggravée par les remembrements qui y sont associés. Comme ces remembrements sont principalement réalisés pour l'agriculture, les pertes d'habitats naturels sont importantes : prairies retournées, perte de haies ou de chemins et plus généralement une fragilisation du réseau des éléments fixes des paysages. Ainsi, pour une autoroute, les perturbations portent sur une superficie de 30 fois celle des emprises, soit une bande de 2 à 4 km de largeur autour de la chaussée.

En fonction des espèces terrestres et notamment suivant le fonctionnement de leurs populations, l'effet d'une grande infrastructure de transport est perceptible jusqu'à des échelles spatiales de l'ordre du kilomètre à la dizaine de kilomètres (Vignon 2011).

Le réseau routier et autoroutier en France s'est considérablement développé du siècle dernier jusqu'à aujourd'hui (Barré 1997). Ces infrastructures linéaires divisent les paysages et les populations animales terrestres en méta-populations plus ou moins isolées, ce qui compromet leur conservation du fait des difficultés de franchissement (Trombulak *et al.* 2000 ; Forman *et al.* 2003).. Ce phénomène est plus connu sous le nom d'effet barrière, Outre l'isolement des populations, l'autoroute a de nombreux effets négatifs sur la faune. Elle entraîne une perte directe d'habitat liée à la construction même de l'infrastructure et à l'imperméabilisation des sols. Son fonctionnement produit de la pollution et un dérangement des zones adjacentes causé par le bruit, les vibrations et l'éclairage nocturne (Trocmé *et al.* 2003) ainsi que de manière plus visible une mortalité par collision avec des véhicules (Renou et Desnouhes 2010 ; Brattstrom et Bondello 1983 ; Forman et Alexander 1998)

La plupart des routes à fort trafic sont clôturées afin d'empêcher l'entrée d'animaux et les collisions qui peuvent représenter un réel risque (Conover 1995). C'est le cas des autoroutes A83 et A87 en Vendée. Ces clôtures sont en général relativement efficaces mais renforcent l'effet de « barrière »

(Putman 1997). Les carnivores et les cervidés sont particulièrement concernés par cet effet barrière. Ceci en raison de leurs mouvements sur de grandes distances pour la recherche de nourriture, la reproduction et lors de la dispersion. Les carnivores, pour la plupart prédateurs, de par leurs faibles densités de population, sont particulièrement menacés (NG *et al.* 2004).

Depuis les années 70, les nouvelles routes comportent souvent des passages spécialement conçus pour faciliter le passage des espèces animales. Il est préconisé d'avoir un passage à faune tous les 300 mètres (SETRA 2005). Les études de terrain montrent que ce ratio n'est pas souvent atteint pour des infrastructures assez anciennes. Des modifications peuvent être apportées aux structures transversales (ex : ponts, buses) en aménageant des passages pour la faune dans le but de réduire la mortalité liée aux routes. Elles contribuent de ce fait à améliorer la sécurité routière et la perméabilité de la route en augmentant l'accès aux habitats de part et d'autre de la route. Ceci augmente la connectivité entre les milieux, facilitant les processus écologiques ce qui entraîne une certaine résilience des populations faunistiques (McGuire et Morrall 2000).

1.2 Contexte de l'étude

Dans cette optique de réduction de l'impact des infrastructures linéaires de transport sur la faune « Autoroutes du Sud de la France » (ASF) en charge de l'exploitation de 2 633 km d'autoroutes en France, a entamé en 2009 une action de requalification de son réseau en faveur de la biodiversité, département par département. En Vendée, cette action a commencé en 2012 pour les autoroutes A83 et A87 (respectivement mises en service en 1991 et en 2008) et doit s'achever en septembre 2013 (Fig. 1).

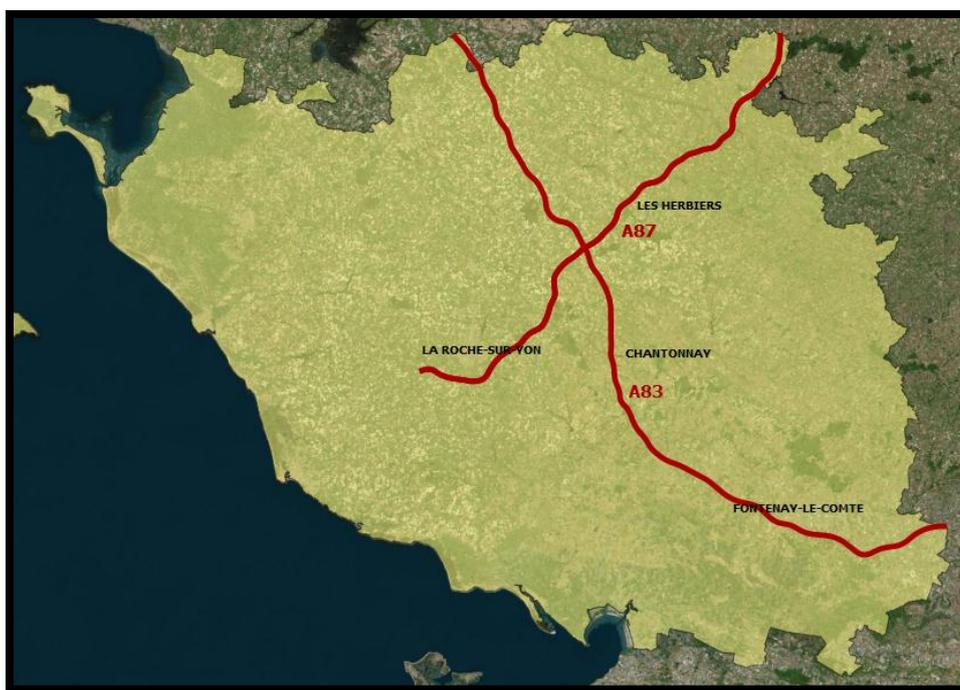


Fig 1. Localisation des autoroutes A87 et A83 sur le département de la Vendée.

L'objectif à terme est de proposer des solutions concrètes de renforcement, des adaptations, voire des créations d'aménagements afin d'améliorer le franchissement de ces deux autoroutes par la faune et ainsi de restaurer les continuités écologiques. Cette étude menée par le bureau d'étude en environnement Biotope, sur laquelle j'ai travaillé tout au long de mon stage, en collaboration avec la Ligue pour la Protection des Oiseaux de Vendée (LPO 85) et la Fédération Départementale des Chasseurs de la Vendée (FDC 85) s'est déroulée en plusieurs phases :

1) Identifier et caractériser des secteurs écologiquement cohérents à l'aide de l'orthophotographie départementale de l'IGN (photos aériennes ortho-rectifiées) aux abords des autoroutes A83 et A87 et estimer leur intérêt et leur fonctionnalité vis-à-vis de certains groupes faunistiques. Dans ce département, le paysage étant pour une grande partie de type bocager agricole, le réseau de haies et les cours d'eau sont les principaux éléments fixes pour la faune. Les boisements étant rares, les petits massifs sont d'autant plus intéressants ; Cette étape est aussi l'objet d'une étude bibliographique sur la répartition et la présence des espèces dans le département.

2) Caractériser finement le fonctionnement des ouvrages existants et leur franchissabilité par la faune (visites de terrain, pose de pièges photographiques) dans les secteurs pré identifiés.

3) Identifier les ouvrages nécessitant des besoins d'améliorations techniques et les secteurs totalement exempts d'ouvrages au niveau desquels serait de nature à augmenter la transparence de l'autoroute. En effet certains secteurs considérés comme intéressants dans la première étape peuvent ne comporter que peu ou pas d'ouvrages fonctionnels.

Nous présentons dans ce document une étude basée sur les phases 2 et 3 de la requalification. A travers une étude statistique des résultats obtenus lors de ces phases nous nous sommes particulièrement intéressés à l'apport de connaissances données par la pose de piège photographique sur l'utilisation des ouvrages de franchissement par la faune. Nous nous sommes basés sur les données récoltées pendant les campagnes de terrain de 2013.

1.3 Objectifs et limites de l'étude

Dans le passé, lorsque les structures de passage de la faune étaient installées, il n'y avait aucune étude ultérieure de leur efficacité. Les seules études réalisées étaient dirigées vers la validation de l'utilisation de ces passages par les espèces cibles (Foster et Humphrey 1995). Toutefois, il a été démontré que les buses et autres structures non conçues spécifiquement pour la faune sont également utilisées (Clevenger et al. 2001)

Actuellement, l'un des principaux objectifs de recherche au niveau des autoroutes est l'analyse intégrée de l'influence des facteurs structurels, environnementaux et humains sur l'utilisation par la faune des ouvrages de franchissement (Mata et al. 2005). Les paramètres structurels - largeur, longueur et hauteur des passages potentiels pour la faune - pourraient déterminer leur utilisation par

les différentes espèces (Clevenger *et al.* 2001). D'autre part, les caractéristiques du paysage environnant (présence de corridors ou d'habitats favorables) et la perturbation humaine pourraient être déterminants dans l'utilisation ou non par la faune de certains ouvrages de franchissement (Malo *et al.* 2004).

Notre objectif est donc de connaître l'influence de la structure des ouvrages, de l'environnement et de l'activité humaine sur l'utilisation des passages par les mammifères terrestres.

2. Matériels et Méthodes

2.1 Zone d'étude et choix des ouvrages

Au cours de la phase 2 de la requalification, lors des visites de terrain, des fiches comprenant les caractéristiques des ouvrages situés dans des secteurs d'intérêt (195 ouvrages au total) ont été renseignées afin d'obtenir une vision globale des ouvrages disponibles pour la faune.

Notre étude s'est portée sur des ouvrages de tous les types : passages à faune mais également ouvrages non spécialisés pouvant être empruntés par la faune. En 2012, au cours des phases 2 et 3 du projet de requalification, plusieurs ouvrages avaient été sélectionnés pour subir un aménagement visant à l'amélioration de la franchissabilité de la portion d'autoroute concernée (ouvrages 2, 3, 4, 5, 13, 16 et 18 ; cf. Fig. 2). Nous avons en 2013 utilisés des pièges photographiques afin de savoir plus précisément quelles espèces fréquentent chacun de ces ouvrages avant la mise en place des aménagements de manière à pouvoir orienter les futurs travaux. Ces résultats seront également comparés dans les prochaines années à une autre étude post-aménagement afin d'évaluer l'efficacité des interventions.

Nous avons souhaité compléter l'expertise par l'étude d'autres ouvrages situés dans des secteurs particulièrement intéressants. Nous avons en effet des doutes sur la fonctionnalité de certains d'entre eux (ouvrages 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 et 17 ; cf. Fig. 2) et nous avons décidé de placer des pièges photographiques sur ces passages (passages supérieurs, passages agricoles inférieurs, buses,...) afin de savoir si la mise en place d'aménagements se justifiait.

Au total 18 ouvrages de tous types ont été étudiés en Vendée (Tab. 1).

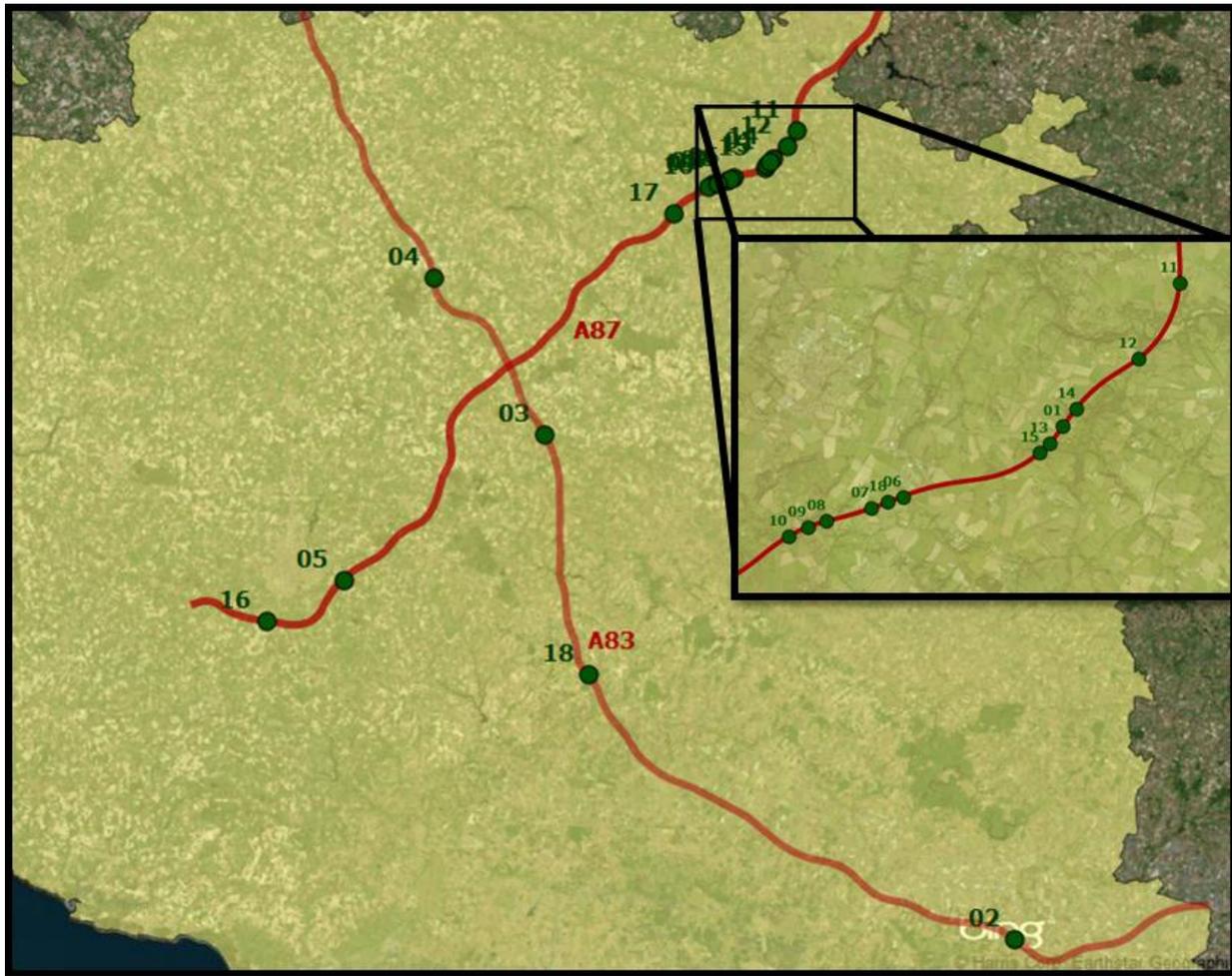


Fig 2. Localisation des ouvrages suivis en Vendée.

Tab 1. Caractéristiques générales des 18 ouvrages suivis dans cette étude.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Typologie	PS	PI	PI	PI	PS	Buse	Buse	PI	Buse	Buse	PI	PI	Buse	Buse	Buse	Buse	Buse	PS	
<i>Dimension:</i>																			
Hauteur	0	500	300	400	0	120	120	550	120	160	370	550	160	160	100	175	180	0	
Largeur	700	2000	350	650	800	120	120	800	120	160	700	6800	160	160	100	175	180	800	
Longueur	4200	4000	4100	4000	5400	5600	3880	3630	6320	6970	2600	4460	8720	6400	6000	7200	12000	8100	
Substrat	Béton	Béton	Terre	Terre	Béton	Béton	Béton	Roches	Terre	Béton	Béton	Roches	Béton	Béton	Béton	Terre	Béton	Béton	
Hauteur d'eau	0	0	5	100	0	5	5	0	7	5	0	0	10	10	7	30	10	0	
<i>Habitat:</i>																			
Culture	22,7%	66,7%	4,3%	48,8%	46,9%	15,3%	37,0%	3,0%	25,1%	25,0%	55,8%	25,8%	3,3%	9,4%	6,7%	30,9%	35,9%	20,1%	
Boisement	2,8%	7,0%	4,7%	2,8%	13,0%	22,0%	6,4%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	25,3%	0,0%	28,6%	0,0%	10,8%	19,5%	66,7%	
Prairie	53,1%	8,3%	76,4%	38,2%	17,5%	43,8%	40,6%	67,2%	57,5%	59,5%	22,5%	42,3%	69,7%	46,0%	69,9%	43,1%	32,3%	2,2%	
Eau stagnante	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,2%	5,4%	0,0%	3,3%	2,3%	5,6%	6,0%	3,8%	0,0%	
Haie	17,6%	13,5%	8,6%	2,5%	7,5%	3,6%	7,3%	11,1%	7,9%	11,8%	8,0%	5,1%	19,9%	6,9%	17,8%	7,4%	1,6%	1,3%	
Route & Abords	1,4%	4,5%	2,3%	7,8%	9,5%	3,3%	5,0%	2,1%	2,5%	3,6%	3,9%	0,6%	0,5%	1,6%	0,0%	1,8%	7,0%	4,9%	
Zones d'habitation	2,4%	0,0%	3,8%	0,0%	3,8%	12,0%	3,6%	0,0%	6,4%	0,0%	4,4%	1,0%	3,2%	5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	
<i>Act. Humaine</i>																			
Nbre de passage	2	1	0	0	101	0	0	6	0	0	25	55	0	0	0	0	0	61	

PI = Passage Inférieur (sous l'autoroute), PS = Passage Supérieur (Au-dessus de l'autoroute)

2.2 Le piégeage photographique

En dépit d'un temps d'analyse conséquent, le piégeage photographique est la méthode la plus adaptée pour l'inventaire des mammifères (en comparaison avec les transects linéaires et le suivi de pistes) (Silueira 2003). Cette solution combine en effet les avantages d'être peu chronophage sur le terrain (quelques minutes pour la mise en place sur site) et relativement simple à utiliser tout en permettant un suivi quantitatif et qualitatif qui reste peu dérangeant pour la faune (Glen *et al.* 2013). L'utilisation de pièges à traces, bien que conseillée par Mata *et al.* (2005) car complémentaire n'a pas été possible sur nos sites, la structure même de la plupart des ouvrages ne permettant pas leur installation.

Les deux appareils de type « Reconyx Hyperfire HC 600 » sont placés à chaque fois aux deux extrémités des ouvrages et réglés afin d'obtenir une prise de 5 clichés consécutifs espacés de 0,2 seconde à chaque passage d'animal. Ces appareils se déclenchent par détection des mouvements infrarouge (chaleur). Ils ont l'avantage d'être assez petits (14cm x 10cm x 7.5cm) et discrets grâce à un flash infrarouge invisible pour la plupart des espèces limitant ainsi les effets *trap-happy* (augmente la curiosité et le nombre de prises de vue) ou *trap-shy* (à l'inverse fait fuir ou contourner le piège). Il existe une exception chez les mustélidés, le putois semble en effet capable de percevoir les infrarouges (Newbold 2007).

Toutes les incursions dans les ouvrages ne donnant pas lieu à une traversée (Vignon 2005), les observations sont réparties en 2 catégories : « passage effectif », lorsque l'animal est enregistré par les deux appareils photo et « pas de passage » lorsque celui-ci n'est enregistré que par un seul appareil (NG *et al.* 2003). Au cours de l'expérience il est apparu que tous les appareils ne semblaient pas avoir la même sensibilité, certains se déclenchant beaucoup plus que d'autres. De plus, les possibilités de mise en place des pièges photo ne sont pas toujours optimales d'un ouvrage à l'autre et de part et d'autre d'un ouvrage. La structure même des ouvrages ne permet donc pas de normaliser la pose des pièges et ceci entraîne une grande quantité de données « pas de passage ». Afin de palier à ce problème, lorsque qu'un animal était pris en photo d'un seul côté mais que le comportement de l'animal (trajectoire rectiligne, pas d'arrêt, pas de sortie immédiate) indiquait une traversée de l'ouvrage et pas seulement une prospection de celui-ci, la donnée a été considérée comme « passage effectif ».

Selon Malo *et al.* (2005), de deux sessions de 15 jours consécutifs de piégeage entre avril et juillet permettent de contacter un minimum de 60 à 70% des taxons utilisant l'ouvrage. Nous avons appliqué cette méthode à chacun de nos ouvrages afin d'optimiser les probabilités de détection. Nous totalisons ainsi 25 920 heures de suivi tous ouvrages confondus. Il n'était pas prévu à

l'origine de suivre autant ces ouvrages. L'affinage de la connaissance sur ces ouvrages n'a été possible que grâce à l'intervention d'un stagiaire.

Comme le recommande un certain nombre d'auteurs (Moen et Lindquist 2006 ; Brown et Gehrt 2009 ; Lyra-Jorge 2008), lors de l'installation des appareils, nous avons procédé à un « élagage » de la zone de détection du système. Cette préparation permet d'une part de limiter les déclenchements intempestifs liés aux mouvements des végétaux et d'autre part, d'éviter qu'un élément de végétation (la branche d'un arbre par exemple) n'occulte partiellement le champ de vision de l'appareil et rende ainsi difficile l'exploitation des photos. Néanmoins, cet élagage a été fait au minimum pour éviter de modifier trop fortement les abords de l'ouvrage et donc les habitudes des animaux. Cette végétation peut par ailleurs avoir un intérêt attractif pour la faune et les inviter à emprunter certaines structures. Une attention a été également portée à la présence d'eau, les appareils photos peuvent en effet se déclencher avec le mouvement de l'eau, nous avons donc réduit au maximum la surface d'eau présente dans le champ des appareils.

2.3 Méthode d'analyse

A la manière de Ng *et al.* (2004) nous avons cherché des corrélations entre le nombre de passages effectifs par espèce dans chaque ouvrage et les variables explicatives suivantes :

- Les variables de structure des ouvrages notées en centimètres (longueur, largeur, hauteur) ;
- Le pourcentage de recouvrement des 7 types d'habitats suivants : culture, boisement, prairie, eau stagnante (mares, étangs), haie, route (sans prendre en compte l'autoroute elle-même) et les zones d'habitations. Ces pourcentages sont obtenus par une analyse paysagère à partir d'orthophotographie dans un rayon d'une valeur arbitraire de 250m autour de chaque passage, soit une surface de 19,625 hectares par ouvrage (Fig. 3).
- L'activité humaine, exprimée en nombre de passages effectifs par des humains, transformée en pourcentage ;
- La hauteur d'eau maximum dans les ouvrages, exprimée en centimètres, mesurée au moment de la pose des pièges photographiques ;



Fig. 3 Exemple de caractérisation des habitats par orthophoto sur l'ouvrage

Notons que nous explorons préalablement les corrélations entre les attributs des différents ouvrages afin de savoir si ces variables sont liées entre elles.

L'utilisation des passages par les animaux par chaque espèce a été ensuite approximée à une loi normale par une transformation arc-sinus de la racine carrée. Puis nous avons utilisé un test de corrélation des rangs de Spearman afin de quantifier la relation entre l'utilisation des passages et les variables explicatives.

Le trop petit nombre d'observations pour la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) et le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*) a amené à écarter ces espèces de l'analyse statistique. De même, les espèces au nombre d'observations réduit appartenant à une même famille et/ou ayant a priori des comportements proches ont été regroupées dans le même groupe (effectifs cumulés). Ces groupes sont :

- Mustélinés prédateurs : Belette (*Mustela nivalis*), Fouine (*Martes foina*), Martre des pins (*Martes martes*) et Putois (*Mustela putorius putorius*);
- Les micromammifères : Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*), Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), Mulot sp. et Musaraigne sp. Le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*), espèce protégée et semi-aquatique a cependant été analysé indépendamment au vu de ces caractéristiques.

Comme la taille des échantillons est réduite et que nous utilisons des tests non paramétriques, un seuil de significativité $\alpha=0,10$ a été choisi, à la manière de Ng *et al.* (2005).

3. Résultats

3.1 Utilisation par la faune

Au cours des 25 920 heures de suivi, nous avons obtenu 1351 clichés dont 1128 « passage effectif » et 223 « pas de passage ». Sur ces enregistrements, nous avons noté 500 (37%) clichés d'humains, 361 (26,7%) d'espèces allochtones, 238 (17,6%) de mustélidés, 73 (5,4%) d'animaux domestiques, 63 (4,7%), de micromammifères, 63 (4,7%) d'oiseaux et seulement 53 (3,9%) de grands mammifères. Sur le reste de l'analyse nous nous concentrons sur les clichés des mammifères obtenus lors de traversées complètes des ouvrages, soit 1128 clichés (83,5% du total).

Les 13 espèces de mammifères sauvages qui ont traversé au moins une fois un passage sont la Belette, la Fouine, la Martre des pins, le Blaireau (*Meles meles*), la Loutre d'Europe, la Genette commune (*Genetta genetta*), le Renard roux (*Vulpes vulpes crucigera*), le Lapin de garenne, le Campagnol amphibie, le Campagnol roussâtre, le Rat surmulot, le Ragondin (*Myocastor coypus*), Le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*). Leurs statuts de protection sont disponibles en Annexe II. L'espèce la plus observée est le ragondin, c'est aussi l'espèce présente sur le plus de sites, viennent ensuite la fouine et le blaireau (Tab 2 et Tab 3)

Espèces	Passage effectif	Pas de traversé	Total	Taux de passage
Humain	249	2	251	99%
Chat domestique	31	3	34	91%
Mouton	0	8	8	0%
Total des animax domestiques	31	11	42	
Chevreuil	0	8	8	0%
Genette	3	0	3	100%
Renard roux	10	2	12	83%
Belette	1	0	1	100%
Blaireau	48	6	54	89%
Fouine	54	7	61	89%
Loutre d'europe	1	1	2	50%
Martre	7	1	8	88%
Putois	0	1	1	0%
Lapin	1	8	9	11%
Lièvre	0	7	7	0%
Total des grands mammifères et mammifères de taille moyenne	63	25	88	
Campagnol amphibie	13	7	20	65%
Campagnol roussâtre	1	0	1	100%
Micromammifère sp.	0	1	1	0%
Mulot sp.	5	0	5	100%
Mulot sylvestre	0	1	1	0%
Musaraigne sp.	1	0	1	100%
Rat surmulot	1	12	13	8%
Total des micromammifères	21	21	42	
Ragondin	104	97	201	52%
Rat musqué	28	0	28	100%
Total des espèces allochtones	132	97	229	

Tab 2. Nature et fréquence d'utilisation des ouvrages, tous types confondus.

Nous avons obtenu plus de données d'espèces allochtones (229) que toutes les autres espèces sauvages réunies (172) (Tab 2). Tous les micromammifères n'ont pu être identifiés et certaines espèces ont été observées aux abords des ouvrages mais n'ont jamais traversé.

On notera que nous avons observé un comportement *trap-happy* chez le putois mais aussi chez les mustélidés à l'exception du blaireau.

Tab 3. Fréquence d'utilisation des passages par espèce, incluant uniquement les traversées effectives.

Espèces	Passages																		Total de passages utilisés
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Belette	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Blaireau	1	0	0	0	16	0	3	0	0	3	0	0	0	24	0	0	1	0	6
Fouine	9	7	0	0	16	5	0	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0	11	8
Loutre d'europe	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Martre des pins	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3
Putois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chevreuil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Renard roux	0	0	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Genette	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lapin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lièvre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campagnol amphibie	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Campagnol roussâtre	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mulot sp.	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mulot sylvestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Musaraigne sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Micromammifère sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geai des chênes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Héron cendré	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Buse variable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merle noir	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Canard colvert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chevalier culblanc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauvette à tête noire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gallinule poule-d'eau	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mouton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chat domestique	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ragondin	0	2	40	0	0	16	1	1	5	12	0	0	16	6	0	4	0	0	10
Rat musqué	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Rat surmulot	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Humain	2	0	0	0	101	0	0	5	0	0	25	55	0	0	0	0	0	61	6

3.2 Description synthétique des ouvrages

Ouvrage 1

Il s'agit d'un pont passant au-dessus de l'autoroute et essentiellement utilisé comme chemin agricole. Initialement nous avons pensé pouvoir aménager cet ouvrage pour la grande faune en divisant la voie actuelle en deux. L'une des deux voies aurait été spécialement conçue pour le passage de la



Ouvrage N°1

faune (Sol recouvert de terre, pose d'andains, mise en place de panneaux occultant). Au final le pont c'est avéré trop étroit et un viaduc proche semble suffire pour le franchissement de la faune.

Ouvrage 2

Destiné au passage de l'Autize (fleuve passant au sud de la Vendée), l'ouvrage n°2 est un double pont équipé de banquettes pour le passage de la faune (petites passerelles en béton) à pied sec. Nous soupçonnions la présence de la loutre sur ce site malgré l'absence de traces et d'épreintes (fèces exposées en évidence servant au marquage du territoire).



Loutre d'Europe (Lutra lutra)

Elle a finalement été observée une fois sur le passage dédié, au cours du piégeage photo.

Ouvrages 3 et 4

Ces deux passages inférieurs sont en eau une grande partie de l'année ce qui empêche le passage des mammifères, notamment des mammifères semi-aquatiques comme la loutre et le campagnol amphibie qui préfèrent un passage à pied sec pour traverser.

Ouvrages 5 et 18

Ces deux ponts passent au-dessus de l'autoroute. Le trafic routier y est faible. Il a été proposé d'y installer le même type d'aménagement que sur l'ouvrage n°1 afin de faciliter le passage de la faune et de limiter les collisions.

Ouvrages 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15 et 17

Ces buses sont situées dans un environnement bocager possédant peu de passages à faune. Les principales espèces utilisant ces passages sont les ragondins, les fouines et les blaireaux. Les ouvrages 10 et 15 ont la particularité d'avoir l'une de leur sortie « en escalier ». Cette configuration n'a à priori pas d'intérêt pour la faune.



Ouvrage N°15

Ouvrage 8

Ce passage inférieur laisse passer un cours d'eau et un chemin agricole. Plusieurs chevreuils ont été pris en photo devant l'ouvrage mais n'ont jamais traversé. Ceux-ci s'approchaient en général du passage et fuyaient. C'est le seul passage sur lequel des genettes ont été observées.

Ouvrage 11

Il s'agit d'un passage inférieur sous lequel passe une route peu fréquentée. Nous avons noté très peu de passages toutes espèces confondues sous cet ouvrage.

Ouvrage 12

Ce passage inférieur assure la connexion entre deux parties d'un boisement coupé par l'autoroute et laisse passer un cours d'eau. Sur l'une des rives du cours d'eau, un enrochement est prévu pour le passage à pieds secs des mammifères. Sur l'autre rive un passage pour les piétons a été aménagé. L'enrochement est parsemé des nombreuses épreintes de loutre anciennes et récentes.



Epreinte de loutre (Lutra lutra)

Ouvrage 16

Cette large buse se trouve au milieu de prairies humides au sud de la Roche-sur-Yon comprenant de part et d'autre de l'autoroute des étangs et des mares. C'est un des deux seuls sites où le campagnol amphibie a été observé au cours de l'étude. Cette buse est remplie d'eau pour moitié toute l'année.

Ouvrage 18

Ce pont fait le lien entre deux boisements au niveau de la vallée du Lay dans le sud du département. Il est utilisé par des fouines, des martres et des renards. Aucun chevreuil n'a été observé alors que des populations de part et d'autres sont connues (FDC 85 com.pers.).

3.3 Analyse de l'influence des variables environnementales et structurales des ouvrages sur l'utilisation des passages par la faune

Il n'existe pas de relation significative entre les variables de structures des ouvrages (hauteur, largeur et longueur de l'ouvrage).

L'utilisation des ouvrages par les mustélidés prédateurs est positivement corrélée avec la largeur ($r_s=0,331$, $p=0,089$), la présence de boisement ($r_s=0,416$, $p=0,043$), les zones d'habitations ($r_s=0,486$, $p=0,020$) et la fréquentation du passage par des humains ($r_s=0,469$, $p=0,025$), elle est cependant négativement corrélée avec la hauteur ($r_s=-0,346$, $p=0,080$), la hauteur d'eau ($r_s=-0,508$, $p=0,016$), et la présence de mares et d'étangs ($r_s=-0,486$, $p=0,046$).

La présence de prairies semble être corrélée à l'utilisation des ouvrages par les micromammifères ($r_s=0,397$, $p=0,057$) et le campagnol amphibie ($r_s=0,397$, $p=0,051$).

Le renard semble utiliser essentiellement les ouvrages larges ($r_s=0,331$, $p=0,090$) avec une faible hauteur d'eau ($r_s=-0,327$, $p=0,093$), peu de cultures alentour ($r_s=-0,519$, $p=0,014$) et de points d'eau ($r_s=-0,412$, $p=0,045$).

La genette, très peu observée, semble utiliser préférentiellement les passages au plafond haut ($r_s=0,400$, $p=0,050$) et comportant peu de cultures environnantes ($r_s=-0,397$, $p=0,051$).

Le ragondin et le rat musqué utilisent les passages à l'écart des cultures (respectivement : $r_s=-0,421$, $p=0,041$ et $r_s=-0,378$, $p=0,061$) et à proximité de prairies ($r_s=0,509$, $p=0,016$ et $r_s=0,353$, $p=0,075$).

Le ragondin utilise préférentiellement les ouvrages étroits ($r_s=-0,466$, $p=0,026$) où la fréquentation par l'homme est faible ($r_s=-0,641$, $p=0,002$).

Très lié à l'homme, le chat domestique utilise principalement les ouvrages à proximité des routes ($r_s=0,397$, $p=0,051$) et fréquenté par l'homme ($r_s=0,492$, $p=0,030$) au plafond bas ($r_s=-0,353$, $p=0,075$).

Le blaireau, quant à lui, ne semble pas avoir d'élément déterminant sa présence dans les ouvrages.

Tab 4. Corrélation entre les différentes variables explicatives et la fréquence d'utilisation des passages

	Hauteur	Largeur	Longueur	Hauteur d'eau	Culture	Boisement	Prairie	Eau stagnante	Haie	Route	Zones d'habitation	Fréq humaine
Mustélidés prédateurs	-0,346	0,331	-0,136	-0,508*	-0,111	0,416*	-0,239	-0,410*	-0,057	0,174	0,486*	0,469*
Micromammifères	0,211	0,023	-0,116	0	-0,303	-0,070	0,397	-0,224	0,117	-0,070	0,120	-0,186
Blaireau	-0,295	-0,136	0,211	0,014	0,138	0,141	-0,116	0,099	-0,085	0,265	0,085	-0,039
Renard roux	0,209	0,331	-0,113	-0,326	-0,519*	0,287	0,202	-0,412*	-0,033	-0,008	0,038	0,266
Campagnol amphibie	0,212	0,024	-0,117	0,000	-0,304	-0,071	0,397	-0,225	0,117	-0,070	0,120	-0,186
Genette	0,399	0,259	-0,304	-0,267	-0,397	0,165	0,257	-0,225	0,164	-0,117	-0,265	0,239
Ragondin	0,313	-0,466*	0,124	0,382	-0,421*	-0,076	0,509*	0,023	0,182	-0,208	0,197	-0,641**
Rat musqué	0,179	-0,095	0,023	0,184	-0,377	0,189	0,353	-0,052	-0,023	-0,198	0,308	-0,271
Chat domestique	-0,352	0,259	0,023	-0,267	0,257	0,118	-0,304	0,125	-0,023	0,397	0,169	0,452*

Les relations significatives sont indiquées par un astérisque (* $P<0,05$) et mises en surbrillance ($P<0,10$)

4. Discussion

4.2 Espèces et utilisation des ouvrages

Nos données montrent clairement que d'autres ouvrages que ceux destinés spécialement à la faune sont utilisés par les animaux.

Micromammifères

Au cours de l'étude très peu de micromammifères ont été observés, ceci ne signifie pas pour autant qu'ils n'utilisent pas les passages. Ces mammifères, comme leur nom l'indique, sont de petite taille, et représentent donc de faibles sources de chaleur ce qui leur permet de passer sans déclencher les appareils. Ils n'ont en effet été photographiés que lorsque les pièges photographiques étaient placés au ras du sol et que les animaux passaient très près. On peut supposer qu'ils sont présents sur tous les ouvrages mais qu'ils n'ont pas été détectés.

Une autre hypothèse serait que les micromammifères sont des proies et qu'ils évitent les passages utilisés par les prédateurs pour chercher la nourriture. Or il a été démontré que les passages à faune n'étaient pas utilisés comme des pièges par les prédateurs (Little et al. 2002).

La seule espèce observée de micromammifère protégée est le campagnol amphibie présent sur les ouvrages 3 et 16. Les prairies humides, cours d'eau lents et mares de part et d'autre de ces ouvrages correspondent parfaitement à son habitat naturel (Sordello 2012). Notons qu'il n'y a pas eu de traversée de l'ouvrage 16, ce qui peut s'expliquer par l'impossibilité de traverser cette buse à pied sec.



Campagnol amphibie (Arvicola sapidus)

Loutre d'Europe

L'une des principales causes de mortalité chez cette espèce sont les collisions avec les automobiles au niveau des ponts où passe un cours d'eau sans possibilité de passage à pied sec sous celui-ci (Simmonet 2007). De plus en plus de ponts sont adaptés à son passage et ses populations ne cessent de regagner du terrain en France (Jacques 2012). Observées sur seulement deux sites, au niveau des ouvrages 2 et 8, les épreintes en grand nombre sous l'ouvrage 12 indiquent qu'il est aussi utilisé par celle-ci. La loutre est rarement photographiée par les pièges photo même lorsque sa présence est avérée. Il y a deux explications à cet état de fait. Le déclenchement des appareils se fait par détection du mouvement de chaleur, or les loutres, lorsqu'elles sortent de l'eau sont froides en surface et mettent quelques secondes à redevenir « visibles » par les détecteurs. L'autre explication

est tout simplement que la loutre n'est pas passée lorsque les pièges étaient en place. En effet celle-ci peut avoir un territoire de grande taille et être absente d'une zone pendant quelques temps.

Le chevreuil

Observé aux abords des ouvrages 6, 8 et 12, il n'a jamais été observé traversant un ouvrage. Premièrement pour une question de taille, l'ouvrage 6 étant une buse d'1,20m il ne peut pas y passer. Ensuite, comme on peut le voir sur la photo ci-contre, les chevreuils approchent craintivement des ouvrages en essayant de voir de l'autre côté et repartent de là où ils étaient venu. Il est possible qu'ils soient effarouchés par le bruit ou la lumière provenant de l'autoroute ou de l'autre côté de l'ouvrage.



Chevreuil mâle (Capreolus capreolus) devant l'ouvrage N°6

Fouine, Martre des pins, Belette et Putois

La fouine et la martre ont été observées sur plus de la moitié des ouvrages, ponts, buses et passages inférieurs. Le putois et la belette n'ont été vus qu'une fois chacun. Ils sont très liés aux boisements qui correspondent à leurs habitats naturels. Il est surprenant de voir que les ouvrages utilisés par l'homme sont les plus utilisés par ces mustélidés. L'explication peut résider dans le lien qui existe entre l'utilisation des passages et la présence d'habitations. En effet ces habitations sont la plupart du temps des fermes dans lesquelles les mustélidés peuvent trouver nourriture et abris.



Fouine (Martes foina) portant une couleuvre verte et jaune (Hierophis viridiflavus)

L'interprétation des résultats en ce qui concerne le lien entre l'utilisation des passages et la structure des ouvrages est plus délicate. En effet, la corrélation avec la hauteur et la largeur est assez faible et ces espèces ont été observées utilisant tout type d'ouvrage. De plus, les ponts ne possédant pas de

plafond, la hauteur mesurée a toujours été de 0 cm ce qui peut avoir biaisé les résultats sur cette variable.

Blaireau

Très ubiquiste, il utilise toutes sortes d'ouvrages, du pont bitumé à la petite buse avec de l'eau. Il semble y avoir d'importantes populations notamment autour de la partie nord/est de l'A87 où il a été le plus observé.

Renard roux

Peu fréquent, il a été observé sur les ouvrages 3, 8, 16 et 18. Il emprunte préférentiellement les passages larges où il peut passer à pieds secs. Il utilise peu les passages à proximité des cultures. Les proies y sont en effet moins abondantes et les possibilités de se cacher moindres.



Renard roux (Vulpes vulpes)

Genette commune

Cette espèce discrète et protégée en France a été vue 3 fois sur l'ouvrage 8. Le faible nombre de données ne permet pas d'affirmer que le lien avec la largeur et l'absence de cultures alentours existe en réalité. On peut seulement dire que les seules fois où elle a été vue, c'était dans un passage très large, placé en creux d'une vallée bocagère composée de prairies.

Espèces allochtones

Le ragondin est l'espèce la plus fréquente sur l'ensemble de l'étude. Il utilise préférentiellement les ouvrages étroits dans lesquels il peut nager ou avoir les pieds dans l'eau. C'est une espèce très liée au cours d'eau. La présence de cette espèce est corrélée au milieu prairial, elle fuit les cultures et la présence de l'homme. En fait, les passages où sont observés les ragondins sont le plus souvent des buses et des passages à haut niveau d'eau non utilisable pour les hommes.

Le rat musqué a été vu sur les mêmes types d'ouvrages dans les mêmes conditions environnementales. Ces deux espèces ont des niches écologiques très proches. De fait, il existe une compétition entre les deux espèces où le ragondin se montre plus compétitif. Ceci peut expliquer la plus grande occurrence du ragondin.

4.3 Influence des facteurs étudiés sur l'utilisation des ouvrages

Il ressort de cette étude qu'il existe bien une influence de la matrice paysagère, de la structure des ouvrages et de la fréquentation humaine sur l'utilisation des passages par la faune. Chaque espèce ayant des préférences et des sensibilités différentes.

Pour certaines espèces, le faible nombre de données ne permet pas d'accorder beaucoup de valeur aux résultats de l'analyse. Ces données apportent cependant une idée, un indice sur les préférences des espèces.

Le grand nombre de données pour les mustélidés peut être lié au comportement *trap-happy*, ce comportement crée un biais dans l'étude qu'il est difficile de quantifier.

L'importance de la variable « Haie » est minimisée du fait des petites surfaces concernée par rapport aux champs et au boisement. Cependant c'est une variable importante. Les haies ont un rôle important dans la connectivité entre les habitats (Constant *et al.* 1976).

Pour avoir des données plus fiables il faudrait pouvoir piéger plus de passages pendant des temps plus long pendant les différentes saisons de l'année afin de prendre en compte les phénologies particulières à chaque espèce. Ce type de travail est plus un travail de recherche qu'un travail de bureau d'étude. De plus le fait d'essayer de piéger un maximum de mammifères toutes espèces confondues rend difficile les choix dans la pose du piège. Afin d'acquérir des données plus fiables par espèce, il est nécessaire de réduire le spectre d'espèces cibles et de choisir entre les grands mammifères, les plus petits et les micromammifères.

Au final, il est difficile de dégager un facteur (environnemental ou structurel) plus important qu'un autre dans l'utilisation d'un ouvrage. Il semble que moins la matrice paysagère va être favorable à une espèce moins elle utilisera l'ouvrage à proximité. De même on peut penser qu'il existe un type d'ouvrage rédhibitoire pour certaines espèces. L'exemple de la loutre et du campagnol amphibie semble corroborer cette hypothèse. Ces deux espèces n'utilisant jamais un ouvrage dans lequel il y a de l'eau.

4.4 Propositions de gestion, d'aménagement

Sur l'ensemble de la Vendée, sept propositions d'aménagements ont été faites. Elles tiennent compte des contraintes techniques de l'ouvrage, de l'environnement et des limites imposées par le client.

Le piégeage photographique ainsi que la recherche de traces a servi à connaître plus précisément la diversité des espèces qui fréquentent l'ouvrage et à préciser si oui ou non l'ouvrage est fonctionnel en l'état.

Les buses, initialement mises en place pour gérer le flux hydrique, ont un rôle important dans la franchissabilité. La présence d'eau dans leurs lits gêne



Proposition d'aménagement sur l'ouvrage 5 – Image Biotope

certaines espèces, le fonçage de buses supplémentaires sèches au niveau de continuités écologiques permet d'augmenter à moindre coût (par rapport à la création d'un éco-pont) les possibilités de traversées là où l'habitat est favorable.

Les propositions d'aménagement vont de la pose d'une banquette pour le passage à pied sec (ouvrage 3 et 4) au fonçage d'une buse supplémentaire à proximité des ouvrages 1, 13 et 16 en passant par la mise en place d'un passage à faune sur les ponts 5 et 18.

5. Conclusion

Cette étude a permis, grâce au suivi par pièges photographiques de 18 ouvrages le long des autoroutes A87 et A83 en Vendée, de montrer l'influence de la structure des ouvrages, de l'environnement et de l'activité humaine sur leur utilisation par les mammifères terrestres. Dans le même temps elle a aussi permis de montrer les limites de l'utilisation des pièges photographiques comme unique méthode d'évaluation sur le court terme.

Ces données apportent des connaissances supplémentaires afin de proposer des ouvrages et des aménagements mieux conçus, mieux choisis pour limiter l'effet de barrière des autoroutes, en particulier pour les carnivores et les ongulés, très sensibles à la destruction et à la fragmentation de leur habitat.

Par ailleurs notre étude révèle que les espèces ont des exigences et des sensibilités différentes ce qui suggère que c'est la pluralité des formes de passage à faune qui favorise une bonne franchissabilité des linéaires de transport pour toutes les espèces.

6. Bibliographie

- BARRE A., (1997). Quelques données statistiques et spatiales sur la genèse du réseau autoroutier français. *Annales de Géographie*, 106, 229-240.
- BRATTSTROM B.H., BONDELLO M.C, (1983). Effects of Off-Road Vehicle Noise on Desert Vertebrates. *Environmental Effects of Off-Road Vehicles*. Springer Series on Environmental Management 1983, 167-206.
- BROWN J., GEHRT S.D., (2009). *The Basics of Using Remote Cameras to Monitor Wildlife*. The Ohio State University. 8 p.
- CONSTANT P., EYBERT M.C, MAHEO R., (1976). Avifaune reproductrice du bocage de l'Ouest. C.R. Table ronde C.N.R.S. « Ecosystèmes Bocagers », Rennes, 333-338.
- CLEVINGER A.P., CHRUSZCZ B., GUNSON K., (2001). Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology*, 38, 1340–1349.
- CONOVER M.R., PITT W.C., KESSLER K.K., DUBOW T.J., SANBORN W.A., (1995). Review of human injuries, illness, and economic losses caused by wildlife in the United States. *Wildlife Society Bulletin*, 23, 407-414.
- FORMAN R.T.T., ALEXANDER L.E., (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207-231.
- FORMAN R.T.T., SPERLING D., BISSONETTE J., CLEVINGER A., CUTSHALL C., DALE V., FAHRIG L., FRANCE R., GOLDMAN C., HEANUE K., JONES J., SWANSON F., TURRENTINE T., WINTER T., (2003). *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, DC.
- FOSTER M.L., HUMPHREY S.R., (1995). Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. *Wildlife Society Bulletin*, 23, 95-100.
- GLEN A.S., COCKBURN S., NICHOLS M., EKANAYAKE J., WARBURTON B., (2013). Optimising Camera Traps for Monitoring Small Mammals. *PLoS ONE* 8(6): e67940. doi:10.1371/journal.pone.0067940, 7p.
- JACQUES H., KUHN R., SORDELLO R., BARTHELEMY V., LEMARCHAND C., CHEGRANI P., MAISONNEUVE J.L., RIDEAU C., RIGAUX P., PERRIN G., (2012). Feuille de liaison du Plan National d'Actions en faveur de la Loutre d'Europe 2010-2015. *L'Echo du PNA Loutre*, 3, 18p.

- LYRA-JORGE M.C, CIOCHETI G., PIVELLO V.R, MEIRELLES S.T, (2008). Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research*, 54, 739-744.
- LITTLE S.J., HARCOURT R.G., CLEVINGER A.P., (2002). Do wildlife passages act as prey-traps? *Biological Conservation*, 107, 135-145.
- MALO J.E., SUAREZ F., DIEZ A., (2004). Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models?. *Journal of Applied Ecology*, 41, 701-710.
- MALO J.E., HERVAS I., HERRANZ J., MATA C. & SUÁREZ F., (2005). How many days to monitor a wildlife passage? Species detection patterns and the estimation of the vertebrate fauna using crossing structures at a motorway. *The 2005 The 2007 International Conference on Ecology and Transportation*, 406-413.
- MARCHADOUR B.,(Coord.), (2009). Mammifères, amphibiens et reptiles prioritaires en Pays de la Loire. *Coordination régionale LPO Pays de la Loire, conseil régional des Pays de la Loire*, 125 p.
- MATA C., HERVAS I., HERRANZ J., SUAREZ F., MALO J.E., (2005). Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fences Spanish motorway. *Biological Conservation*, 124, 397-405.
- MCGUIRE T.M., MORRALL J.F., (2000). Strategic highway improvements to minimize environmental impacts within the Canadian rocky mountains national parks. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 27, 523-532.
- MOEN R., LINDQUIST E.L., (2006). Testing a remote camera protocol to detect animals in the Superior National Forest. *NRRI Technical Report no 28*, 15 p.
- NEWBOLD H.G., (2007). Infra-red vision in ferrets (*Mustela furo*). Masters thesis. University of Waikato, 150p.
- NG S.J., DOLE J.W., SAUVAJOT R.M., RILEY S.P.D., VALONE T.J., (2004). Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation*, 115, 499–507.
- PUTMAN R.J., (1997). Deer and road traffic: options for management. *Journal of Environmental Management*, 51, 43-57.

RENOU B., DESNOUHES L., (2010). Expertise biologique : suivis faunistiques de la mortalité et fréquentation des ouvrages de l'autoroute A87, section Angers - La Roche-sur-Yon. CPIE Sèvre et Bocage, CPIE Loire et Mauges, LPO Vendée, ASF. 70 p.

SETRA, (2005). Guide technique «Aménagements et mesures pour la petite faune». Ministère de l'écologie et du Développement durable, SETRA. 264p.

SORDELLO R. (2012). Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus* Miller, 1908) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 9 pages.

SIMMONET F., (2007). Mortalité routière chez la Loutre d'Europe en Bretagne. Mammi'Breizh, 13, 7p.

TROCME M., CAHILL S., DE VRIES J.G., FARRAL H., FOLKESON L., FRY G., HICKS C., PEYMEN J., (2003). COST 341 – Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg. 251 p.

TROMBULAK S.C., FRISSELL C.A., (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14, 18-30.

VIGNON V., (2005). Suivi de l'utilisation des passages pour la faune à l'aide de pièges photographique. Office de Génie Écologique, 4èmes rencontres "Routes et petite faune sauvage", 6 p.

VIGNON V., (2011). Impact des infrastructures humaines sur les continuités écologiques et les moyens mis en œuvre pour les minimiser. *Le Courrier de la Nature*, 264, 22-30.

7. Lexique

Résilience : capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation importante.

Fonçage : action de creuser, de forer. Ici utilisé pour désigner l'action de creuser pour la mise en place d'une buse sous l'autoroute.

Carnivores : désigne ici un embranchement de la classe des mammifères comprenant entre autre les canidés, les mustélinés, les viverridés et les félinés.

Ongulés : un taxon traditionnel de mammifères considéré comme désuet du point de vue polyphylétique. Regroupe les espèces marchant sur le bout des doigts. Ex : Le chevreuil.

Transparence : Capacité de l'autoroute à se laisser traverser.

8. Annexes

8.1 Tableau de données brutes partiel

Piège 1				Piège 2							
ID_Biotope	ID_KGU	Espèces	Date	Heure	Arrondi	Espèces	Date	Heure	Arrondi	Traversées effectives	Pas de traversée
OH190	1	Fouine	17/05/2013	04:23:00	4:00	Fouine	17/05/2013	04:23:00	4:00	1	
OH190	1	Humain	21/05/2013	20:25:00	20:00	Humain	21/05/2013	20:29:00	20:00	1	
OH190	1	Humain	21/05/2013	21:20:00	21:00	Humain	21/05/2013	21:23:00	21:00	1	
OH190	1	Belette	22/05/2013	00:47:00	0:00	Belette	22/05/2013	00:47:00	0:00	1	
OH190	1	Fouine	24/05/2013	01:10:00	1:00	Fouine	24/05/2013	01:10:00	1:00	1	
OH190	1	Fouine	24/05/2013	03:27:00	3:00	Fouine	24/05/2013	03:27:00	3:00	1	
OH190	1	Fouine	24/05/2013	05:05:00	5:00	Fouine	24/05/2013	05:05:00	5:00	1	
OH190	1	Blaireau	25/05/2013	00:28:00	0:00	Blaireau	25/05/2013	00:28:00	0:00	1	
OH190	1	Fouine	25/05/2013	01:22:00	1:00	Fouine	25/05/2013	01:22:00	1:00	1	
OH190	1	Fouine	25/05/2013	04:42:00	4:00	Fouine	25/05/2013	04:42:00	4:00	1	
OH190	1	Lapin	26/05/2013	05:50:00	5:00	Lapin	26/05/2013	05:50:00	5:00	1	
OH190	1	Fouine	27/05/2013	02:45:00	2:00	Fouine	27/05/2013	02:45:00	2:00	1	
OH190	1	Fouine	27/05/2013	23:05:00	23:00	Fouine	27/05/2013	23:05:00	23:00	1	
OH190	1	Fouine	29/05/2013	00:33:00	0:00	Fouine	29/05/2013	00:33:00	0:00	1	
OA60	2	Fouine	01/06/2013	00:42:00	0:00	Fouine	01/06/2013	00:42:00	0:00	1	
OA60	2	Fouine	01/06/2013	03:24:00	3:00	Fouine	01/06/2013	03:11:00	3:00	1	
OA60	2	Ragondin	01/06/2013	17:42:00	17:00	Ragondin	01/06/2013	17:45:00	17:00	1	
OA60	2	Fouine	10/06/2013	23:38:00	23:00	Fouine	10/06/2013	23:38:00	23:00	1	
OA60	2	Ragondin	11/06/2013	22:00:00	22:00	Ragondin	11/06/2013	22:00:00	22:00	1	
OA60	2	Geai des chênes	12/06/2013	15:57:00	15:00	Geai des chênes			0:00		1
OA60	2	Humain	12/06/2013	19:22:00	19:00	Humain			0:00		1
OA60	2	Fouine	13/06/2013	23:27:00	23:00	Fouine	13/06/2013	23:27:00	23:00	1	
OA60	2	Fouine	14/06/2013	04:02:00	4:00	Fouine	14/06/2013	04:02:00	4:00	1	
OA60	2	Fouine	06/07/2013	02:46:00	2:00	Fouine	06/07/2013	02:46:00	2:00	1	
OA60	2	Fouine	06/07/2013	02:46:00	2:00	Fouine	06/07/2013	02:46:00	2:00	1	
OA60	2	Fouine			0:00	Fouine	03/06/2013	23:52:00	23:00		1
OA60	2	Gallinule poule-d'eau			0:00	Gallinule poule-d'eau	08/06/2013	06:56:00	6:00		1
OA60	2	Loutre d'Europe			0:00	Loutre d'Europe	09/06/2013	02:10:00	2:00		1
OA60	2	Mulot sylvestre			0:00	Mulot sylvestre	01/06/2013	03:44:00	3:00		1
OA147	3	Ragondin	31/05/2013	16:26:00	16:00	Ragondin	31/05/2013	16:26:00	16:00	1	
OA147	3	Ragondin	31/05/2013	22:18:00	22:00	Ragondin	31/05/2013	22:18:00	22:00	1	
OA147	3	Ragondin	31/05/2013	23:24:00	23:00	Ragondin	31/05/2013	23:24:00	23:00	1	

8.2 Statuts de protection des espèces de mammifères sauvages

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Protection nationale	Liste rouge Europe	Directive Habitats	Liste rouge France
Apodemus sylvaticus	Mulot sylvestre	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Arvicola sapidus	Campagnol amphibie	/	quasi menacé	/	quasi menacé
Capreolus capreolus	Chevreuil européen	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Clethrionomys glareolus	Campagnol roussâtre	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Genetta genetta	Genette commune	art 2	préoccupation mineure	An. V	préoccupation mineure
Lepus europaeus	Lièvre d'Europe	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Lutra lutra	Loutre d'Europe	art 2	quasi menacé	An. II, An. IV	préoccupation mineure
Martes foina	Fouine	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Martes martes	Martre des pins	/	préoccupation mineure	An. V	préoccupation mineure
Meles meles	Blaireau européen	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Mustela nivalis	Belette d'Europe	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure
Mustela putorius	Putois d'Europe	/	quasi menacé	An. V	préoccupation mineure
Myocastor coypus	Ragondin	/	non applicable	/	non applicable
Ondatra zibethicus	Rat musqué	/	non applicable	/	non applicable
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne	/	quasi menacé	/	quasi menacé
Rattus norvegicus	Rat surmulot	/	non applicable	/	non applicable
Vulpes vulpes	Renard roux	/	préoccupation mineure	/	préoccupation mineure

Résumé

Les infrastructures linéaires de transport comme les autoroutes sont une importante cause de fragmentation des habitats. Cette fragmentation a des impacts négatifs sur la faune tels que l'isolation des populations de part et d'autres du linéaire par un effet de « barrière », la perte directe d'habitat liée à la construction même de l'infrastructure, la pollution et le dérangement des zones adjacentes (bruit, vibrations et éclairage nocturne) ainsi qu'une mortalité par collision avec des véhicules. Le concessionnaire en charge des autoroutes A87 et A83 en Vendée, « Autoroutes du Sud de la France », a engagé en 2012 une action visant à limiter l'effet de barrière en améliorant la franchissabilité de ces autoroutes. Le bureau d'étude en environnement Biotope a été recruté afin de mener une étude de la fonctionnalité des ouvrages présents sur ces deux linéaires et de proposer des mesures d'améliorations. Au cours de cette étude, nous avons entrepris la pose de pièges photographiques sur certains ouvrages afin de savoir s'il y existe un lien entre les facteurs structuraux des ouvrages, la matrice paysagère, la fréquentation humaine et l'utilisation des ouvrages par les mammifères. Nos résultats montrent qu'il existe effectivement un lien entre ces différents facteurs et la fréquentation des ouvrages par la faune. Chaque espèce réagit différemment à ces facteurs. Il est donc nécessaire de répondre aux besoins particuliers des espèces en proposant des ouvrages de natures différentes afin d'améliorer globalement la franchissabilité d'un linéaire de transport

Mots clefs : Fragmentation, Linéaires de transport, Passages à faune, Mammifères, Pièges photographiques.