



Conduite d'une réflexion régionale pour la mise en transparence écologique des infrastructures linéaires de transport en Occitanie

**Fédération Régionale des
Chasseurs d'Occitanie**

Master BEE (Biologie Ecologie et Evolution) Mention MAB (Man and biosphere)

Mélicandré Ricard
Sous la tutelle de Johan Roy



Résumé

L'apparition des infrastructures linéaires de transport en grand nombre dès le 20^e siècle est une révolution qui prend peu à peu de l'ampleur sur le territoire français mais ce n'est qu'à la fin de ce siècle que les effets secondaires sont relevés par les scientifiques. La fragmentation des milieux est l'une des répercussions principales. Reconnue comme menace majeure pour la biodiversité lors du sommet de Rio en 1992, elle affecte la faune ainsi que la flore et peut amener à des déclin de biodiversité, voire des extinctions. Pour pallier à cela, des ouvrages d'art dédiés à la faune sauvage sont mis en place. Stratégiquement placés pour une ou plusieurs espèces, ces constructions se multiplient sur le territoire. Malheureusement, leur coût de création très conséquent limitent les opportunités. Face à cela, il convient de s'interroger sur l'existant. Des ouvrages non dédiés à la faune sont répartis sur les linéaires remplissant des fonctions de toutes autres natures (hydrauliques, agricoles, etc.). Connaître leur utilisation par la faune et ses exigences semble donc primordial.

C'est dans ce contexte qu'est mis en place le projet Via Fauna. Il s'intéresse à connaître cet impact sur les populations de faune au niveau de la région Occitanie. Ciblant des linéaires grillagés, le souhait est de comprendre au mieux les interactions entre cette faune et ces infrastructures déjà existantes. In fine, le but est de mener des remises en transparence écologique sur ces ouvrages d'arts existant non dédiés par des restaurations.

L'ambition de ce rapport est d'étudier la faisabilité de ces projets, autant au niveau de la localisation, des mesures à prendre pour améliorer le franchissement, mais aussi au niveau de l'acceptation sociale de ce projet.

Pour réaliser une requalification et trouver des ouvrages candidats pour des travaux, il est nécessaire en premier lieu de cibler une localisation. Pour trouver où mener ces projets, il a fallu étudier les exigences des ongulés. Par des recherches bibliographiques, il a pu être déterminé des critères qui pourraient nous permettre de cibler des ouvrages plus prioritaires que d'autres à requalifier. Par la suite, nous automatiserons ces caractéristiques en une méthodologie par notation.

Sur un plan plus opérationnel, nous étudierons les mesures à mettre en place pour favoriser le franchissement de la faune. En s'inspirant des retours d'expériences et des ouvrages dédiés à la faune, il est possible de proposer quelques mesures. En complément, afin de mieux connaître les exigences de la faune, une campagne de pièges photographiques est mise en place. Même si les premiers résultats ne sont pas statistiquement démontrés, ces outils nous informent grandement sur l'environnement nécessaire au franchissement.

Pour terminer, l'aspect social de ces projets est étudié. A l'aide d'entretien sociologique exécuté sur un panel d'acteurs impliqués, il est tenté de déterminer l'acceptabilité des requalifications. D'apparence plutôt simple, ces projets sont en réalité très complexes à mettre en place. L'ensemble de ces recherches mènent à dire qu'il n'est pas possible de statuer sur l'efficacité d'un tel projet. Mener des requalifications est complexe tant sociologiquement qu'écologiquement.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réussite de mon stage.

Je remercie en premier lieu, Madame Karine Saint-Hilaire, directrice de la Fédération Régionale des Chasseurs d'Occitanie (FRCO), pour son accueil et pour m'avoir accueilli au sein de sa structure.

Je remercie Johan Roy, chargé de mission à la Fédération Départementale des Chasseurs de Haute-Garonne (FDC 31), pour son accueil, son temps, ses précieux conseils ainsi que la confiance qu'il a su m'accorder lors de la réalisation de ce stage.

Par la suite, je tiens à remercier Anaïs Sentenac, chargée de mission à la Fédération Régionale des Chasseurs d'Occitanie (FRCO) pour son accueil et ces conseils avisés.

Mes remerciements vont aussi au personnel de la FRCO et plus particulièrement à Ezio Dimuzio, cartographe à la Fédération Régionale des Chasseurs d'Occitanie (FRCO), pour sa gentillesse ainsi que pour avoir pris de son temps pour m'aider durant mon stage.

Un grand merci à tous les techniciens et personnels de la FDC31, pour leur chaleureux accueil, et pour m'avoir permis de découvrir les sorties terrain.

En dernier lieu, merci à mes collègues stagiaires et service civique, et notamment ceux du bureau pour l'ambiance de travail, leur humour, leur soutien, Dorian Brousse, Pierre Gautret et Géraud Aguenounon.

Glossaire

ACCA : Association communale de chasse agréée. Elles ont une vocation cynégétique (organisation des territoires de chasse) et une vocation sociale (mise à disposition de territoires de chasse pour tous les habitants d'une commune).

BD ORFeH : Base De Données Ouvrages Routiers, Ferroviaire et Hydrolique

CEFS : Comportement et Ecologie de la Faune Sauvage. Unité spécialisée dans l'étude du comportement des grands herbivores (cervidés et bovidés) et des écosystèmes dans lesquels ils sont des consommateurs de végétaux et des proies pour les chasseurs et les grands carnivores.

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels (association)

EEE : espèce exotique envahissante

ERC : "Eviter, Réduire, Compenser" est une séquence conduisant l'intégration de l'environnement dans les projets, plans et programmes.

FDC: fédération départementale des chasseurs

FRCO : fédération régionale des chasseurs d'Occitanie

ILT : infrastructure linéaire de transport

INRAe : institut de recherche public œuvrant pour un développement cohérent et durable de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.

NEO : Nature en Occitanie (Association)

ODK : Open Data Kit. C'est un ensemble d'outils en logiciel libre permettant de recueillir des données à l'aide d'appareils mobiles, ici dans le cadre des informations relatives aux ouvrages.

PLU et PLUi : Plan local d'urbanisme; au niveau de l'intercommunale pour le PLUi.

SCoT : Schéma de cohérence territoriale

SIG : Système d'information géographique

SNCF : Société Nationale des Chemins de Fer

SRCE : Schéma Régionale de Cohérence Écologique

TVB : Trame verte et Bleue

Table des matières

I/ Introduction	1
A/ Des outils politiques pour aider à dé fragmenter le paysage	1
B/ Des aménagements pour réduire la fragmentation des ILT ?	2
C/ Le projet Via Fauna.....	3
II/ Problématique	4
III/ Où mener un projet de requalification ?	4
A/ Pourquoi mener des projets de restauration	4
B/ Cibler une localisation, une chose complexe	5
C/ Définir des critères	5
1/ Les caractéristiques de l'ouvrage d'art.....	6
2/ L'environnement proche des ouvrages	7
3/ Les possibilités de plantation de haies.....	8
4/ La présence de faune	8
5/ Les corridors écologiques	9
D/ Une phase de test peu concluante	9
E/ Des améliorations nécessaires	10
F/ Une méthodologie suffisante ?	12
VI/ Quelles sont les mesures écologiques lors d'une requalification ?	14
A/ Des mesures complexes à définir par manque de donnée	15
B/ Les retours d'expérience.....	15
C/ Choisir un ouvrage supérieur ou inférieur ? Des contraintes techniques et financières	17
D/ La campagne de piège photographie; une source d'information complémentaire	18
E / Des mesures discutables	19
F / Des perspectives d'améliorations	22
V/ Une requalification d'ouvrage est-elle socialement acceptable ?	23
A/ Une étude sociale nécessaire	23
B/ Les entretiens semi-directifs, un moyen d'étude qualitatif.....	24
C/ Une très grande diversité de point de vue.....	25
D/ Les entretiens réalisés sont-ils suffisants ?	28
E/ Des améliorations possibles.....	29
VI/ Une requalification d'ouvrage est-elle socialement acceptable ?	29
A/ Définir l'efficacité et la pertinence d'un projet, des mesures souvent requises.....	29

B/ Application à notre cas d'étude, efficacité et pertinence d'une remise en transparence écologique d'ouvrages d'art déjà existants	30
C/ Connaître l'efficacité de ce projet, une affirmation complexe à obtenir	31
D/ Des améliorations nécessaires pour attester de l'efficacité	33
VII/ Conclusion générale et discussion	33
VIII/ Discussion sur le stage	34
Bibliographie	
Annexes	

I. Introduction

La création et la modernisation des infrastructures linéaires de transport apparaissent au début du 20^e siècle, précédés par les débuts de l'industrie ferroviaire. C'est dans les années 1960 qu'une seconde vague d'intensification de ces infrastructures (ou ILT) fait surface sur le territoire Français, créant une très grande partie du réseau actuel. Pour illustrer, c'est pas moins de 30 mille kilomètres de voie ferrée et plus de mille kilomètres de linéaire routier qui sont comptabilisés en 2013 (SoeS, 2007) Ce n'est qu'à la fin du 20^{ème} siècle que des scientifiques s'interrogent sur les effets néfastes que peuvent engendrer ces constructions. Ces linéaires ont un effet direct sur la biodiversité, en modifiant physiquement le paysage et les terres adjacentes. L'augmentation de la mortalité de la faune par collision, la dégradation ou perte d'habitats sont des constats rapidement visibles (Savouré-Soubelet et al., 2012) (Tarabon et al. 2022). Cette fragmentation crée une réelle limite au déplacement des populations de faune terrestre et réduit de ce fait leur habitat(Mader 1984). L'effet de barrière physique et comportementale que cause ces tracés les empêchent ainsi de réaliser des fonctions vitales comme la recherche de nourriture, d'habitats ou encore de partenaires. Sur une durée plus longue, ces impacts peuvent être à l'origine de déclin de biodiversité, voire de disparition causée par des flux génétiques amoindris (Ewers et Didham 2006) (1). Les espèces les plus touchées sont celles dont le taux de reproduction est bas, celles dont les capacités de déplacement sont faibles ou encore les espèces de grande taille. (Lescroart M. and al. 2019) Lors du Sommet de la Terre (convention internationale sur la diversité biologique à Rio de Janeiro) en 1992, la perte et la fragmentation de l'habitat est reconnue comme une menace majeure pour la biodiversité(1).

A/ Des outils politiques pour aider à dé fragmenter le paysage

Face à l'accélération de la fragmentation des milieux naturels, un nouveau concept de protection de la nature émerge : les réseaux écologiques. Basée sur des notions de réseaux ainsi que de connectivité écologique, cette idée dépasse la simple conservation des milieux. Ce terme possède deux notions clés sous-jacentes ; d'une part le réservoir de biodiversité se caractérisant par les milieux de vie principaux des espèces, et d'autres parts les corridors qui se dessinent comme des chemins favorables aux circulations et à l'échange d'individus entre ces réservoirs(1). Ce concept est ainsi global et défini à l'échelle d'un territoire entier. C'est en 1995, avec la stratégie paneuropéenne pour la protection de la biodiversité biologique et paysagère, qu'est mentionné pour la première fois dans des textes internationaux le concept de réseau écologique. Le souhait est de le créer à l'échelle européenne. Actuellement, 19 des 27 pays de l'Union Européenne ont approuvé et signé ces textes (1).

Le terme de "Trame Verte et Bleue" émerge en France lors des Grenelles de l'environnement (2009 et 2010); déclinant ainsi ce principe au niveau national. Conformément au principe de réseau écologique, ce concept vise à interconnecter les réservoirs de biodiversité à l'aide de ces corridors. Ils se définissent comme un morceau d'habitat étroit, linéaire ou non, qui connectent des réservoirs (Gilbert-Norton et al. 2010).

A l'échelle régionale, un outil de mise en cohérence est créé. Il permet de dresser un cadre de déclinaison des Trames Vertes et Bleues plus locale : le SRCE, ou Schéma Régionale de

Cohérence Écologique, est une concrétisation de la TVB en gardant les mêmes objectifs. C'est un document stratégique pour l'aménagement durable des territoires. Il permet une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement et les documents d'urbanisme tel les SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) ou PLU (Plan Local d'Urbanisme).

Cet outil politique vise à enrayer la perte de biodiversité, en préservant et en restaurant des réseaux de milieux naturels qui permettent aux espèces de circuler et d'interagir. Ces outils, bien que très bénéfiques, possèdent des limites. En effet, les méthodologies utilisées lors de la création du SRCE divergent entre régions. Les méthodes d'identification des réseaux écologiques étant variées, les sous-trames identifiées le sont aussi, des incohérences peuvent surgir lors des échanges inter-régionaux, en particulier concernant les modes de représentation des éléments TVB qui peuvent être également très variés (Andrieu and al. 2018). De même manière, les moyens envisagés en termes de préservation et de remise en bon état des continuités écologiques sont variés entre régions (Chaurand, 2014) (J Chaurand, 2010). Cette diversité d'approches a du être dépassée lors de la fusion des anciennes régions administratives de Languedoc Roussillon et de Midi Pyrénées pour former l'Occitanie.

B/ Des aménagements pour réduire la fragmentation des ILT ?

En réponse à ces problématiques, des aménagements adaptés voient le jour en nombre croissant. Il s'agit de constructions stratégiquement localisées qui tentent de limiter les effets de ces ILT en rétablissant des connexions perdues ou en en créant des nouvelles (Fagart et al., 2016). Ces passages à faune dédiés sont la principale mesure de défragmentation de l'espace. Ils sont onéreux et ciblés pour un groupe d'espèces. A l'exception des écoponts, ces constructions ne répondent pas aux besoins de tous les animaux. Un passage répond donc aux exigences d'une espèce ou un ensemble à un endroit précis. Son coût limite la multiplication de ces passages et laisse ainsi de nombreux corridors écologiques fragmentés. Or, inhérent aux ILT, de nombreux ouvrages d'arts non dédiés à la faune sauvage sont présents sur le territoire. Ces passages ont été dimensionnés pour de tout autres usages à l'époque tels que des passages routiers, des passages agricoles, des buses d'irrigation, des passages de canalisation, etc...

Au vu de ces éléments, une solution alternative existe pour réduire la fragmentation des milieux ; améliorer la fonctionnalité des passages non dédiés déjà existants. Antérieurement, les continuités écologiques n'étaient pas prises en compte lors de la création de ces ILT. C'est seulement depuis peu que nous nous questionnons pour améliorer le passage de la faune.

Ces constructions, supérieures ou inférieures, sont réparties sur tout le territoire. On constate que certains sont utilisés par la faune sauvage pour transiter. Actuellement, ces ouvrages sont peu pris en compte et pourraient être aménageables pour améliorer la perméabilité des routes (Seiler et Olsson 2009). Les potentiels bénéfiques de ces passages dans la remise en transparence écologique interrogent. Dès lors, définir le terme de remise en transparence écologique est nécessaire. Il s'agit d'atténuer les effets fragmentant que peuvent avoir des ILT rendant la mobilité de part et d'autre des infrastructures possibles aux animaux. Ces mesures restaureront ainsi des continuités écologiques perdues ou en créeront de nouvelles.

Pour que ces ouvrages soient utilisés, quelques premiers éléments ont été identifiés. Il faut qu'ils soient bien dimensionnés, et qu'ils se trouvent dans une zone favorable pour la faune

(Donaldson 2007). Malgré ces premières informations, des questions persistent néanmoins. Quelles sont les autres caractéristiques qui conduisent la faune à utiliser ces ouvrages? Pour répondre à cela, il fallait donc s'intéresser aux ouvrages déjà existants, les étudier, comprendre leur environnement, afin de proposer des aménagements spécifiques (Rodríguez, Crema, et Delibes 1996).

Assez précurseur, le guide du CEREMA, évoque les possibilités d'opérations de requalifications en aménageant des passages déjà existants dans une vocation écologique. De telles mesures sont innovantes et peu présentes actuellement sur le territoire national. La petite et moyenne faune (renard, blaireau, genette, etc.) est mentionnée comme plus aisée à prendre en compte avec des aménagements plus nombreux. Les ouvrages hydrauliques, très présents sur tout le linéaire, constituent un très grand potentiel de possibilités de restaurations (2). En revanche, concernant la grande faune, peu de mentions sont faites dans la littérature.

C/Le projet Via Fauna

Aussi, il est nécessaire de mieux connaître et comprendre les interactions de la faune terrestre avec l'environnement afin de proposer des aménagements correctement dimensionnés. C'est dans cette perspective que se place le projet Via Fauna mené depuis 2017 par la Fédération Régionale des Chasseurs d'Occitanie (FRCO). Plus spécifiquement, la question s'est posée au niveau des infrastructures qualifiées des plus fragmentant pour la faune tels les canaux ou les routes grillagées. Généralement, ces dernières sont des voies rapides (autoroutes, certaines nationales) et grillagées à cause de l'important trafic et d'une obligation réglementaire. Malgré cette nécessité de sécurité humaine, il n'en demeure pas moins que de nombreux impacts en découlent. Face à cet obstacle, la faune terrestre est contrainte d'utiliser les ouvrages mis à sa disposition si elle souhaite traverser.

Le projet Via Fauna vise à comprendre les interactions entre les ILT existantes et la faune sauvage. Plusieurs axes de travaux ont été étudiés par la FRCO les années précédentes. Pour répondre au besoin de représentation assez précise du déplacement de la faune sur le territoire, la création d'un modèle a vu le jour. Il représente les corridors de déplacement d'une espèce fictive s'approchant des exigences des ongulés avec une définition de 1/50000ème (contre 1/10000ème pour le SRCE en général). Cela est possible grâce à l'utilisation d'une occupation fine du sol et en insérant des données de perméabilités. En complément, une base de données des ouvrages routiers, ferroviaire et hydraulique (BD ORFeH) a été créée. Elle recense tous les ouvrages existants de type hydrauliques, routiers ou ferroviaires à l'échelle de la région Occitanie. Grâce à cette base de données et aux caractéristiques des ouvrages, une franchissabilité théorique a été attribuée à chaque ouvrage pour l'espèce "ongulés" fictive.

Par ailleurs, un second axe est étudié lors de ce projet; celui de l'utilisation des ouvrages non dédiés par les animaux. En effet, la faune sauvage utilise certains de ces ouvrages présents sur tous les ILT, cependant on déplore un manque de connaissance sur les conditions de cette fréquentation. D'autre part, des interrogations persistent sur les possibilités d'en aménager certains pour accroître la transparence écologique des infrastructures majeures (autoroutes, LGV, etc.).

Le besoin de la Fédération est donc de connaître davantage ces conditions d'utilisation ainsi que les exigences de la faune. Dans un autre temps, dans l'hypothèse de restaurations possibles, le besoin est d'identifier des ouvrages dans la région candidats à une possible mise en transparence écologique pour améliorer les continuités écologiques des réseaux routiers

et ferroviaires primaires. Par la suite, il est souhaité avoir une vue d'ensemble d'un tel projet pour mieux l'appréhender. Avoir un retour des acteurs et connaître les difficultés déjà rencontrées est une manière de répondre socialement à cette interrogation.

II/ Problématique

En réponse aux demandes de la FRCO, la tâche confiée lors de ce stage était de s'interroger sur les enjeux, les limites et moyens des projets de remise en transparence écologique à l'aide d'ouvrages non dédiés.

Améliorer des continuités écologiques des ongulés en restaurant des ouvrages d'art non dédiés à la faune, un projet réalisable ?

Couvrant toute la région Occitanie, la FRCO cible dans un premier temps cette localisation pour site d'étude. Les ILT considérées comme les plus fragmentantes sont celles grillagées. En effet, ces routes sont de vraies barrières qui contraignent la faune terrestre à traverser sur des ouvrages. Nous choisirons donc de les étudier.

Pour mener un projet de requalification, il faut cibler une localisation. Définir des lieux prioritaires est ainsi nécessaire. Pour travailler au niveau régional, il faudra réfléchir à une méthodologie et des critères pouvant être traités sous SIG. Après avoir répondu à la question où réaliser les aménagements, il est possible de s'interroger sur quelles mesures à mettre en place lors des requalifications. Avec l'aide de la bibliographie, des retours d'expérience et de notre campagne de pièges photo, nous pourrons discuter des mesures.

Puisque ces projets se réalisent avec l'intervention de multitudes d'acteurs, il paraît judicieux d'établir une analyse de leurs perceptions. Nous tenterons de déterminer si ces projets sont socialement acceptables. Pour terminer, ces données permettront de discuter du sujet de l'efficacité et la pertinence de ces requalifications avant de conclure.

III/ Où mener un projet de requalification ?

A/ Pourquoi mener des projets de restauration

Aujourd'hui, des milliers de ces ouvrages non dédiés sont réparties sur l'ensemble du territoire avec des caractéristiques totalement différentes. Leur taille, leur utilisation, l'espacement les uns entre les autres ou encore l'environnement sont extrêmement variables. Dès lors, requalifier ces éléments déjà présents en grand nombre pour laisser passer la faune peut parfois s'avérer une solution. Il convient donc de cibler ces ouvrages propices pour tenter de remettre en transparence ces ILT le plus judicieusement.

Avant de se questionner sur les endroits ou zones à restaurer en priorité, il convient de s'interroger sur les caractéristiques nécessaires qui conduisent à un franchissement. Après avoir défini la faune ciblée, nous essayerons de caractériser leur utilisation et affinités avec ces constructions pour choisir au mieux les ouvrages à prioriser. La question sera de déterminer les éléments favorables à ces animaux et ceux qui ne le sont pas. Après cela, il faudra réfléchir sur l'aspect technique. Comment cibler des ouvrages sur une échelle régionale ? Un état des lieux des données existantes sera nécessaire afin de les croiser avec des exigences écologiques. Souhaitant répondre à cette question à l'échelle régionale nous tenterons de trouver un moyen d'automatiser sous SIG ces recherches.

B/ Cibler une localisation, une chose complexe

La réflexion de la requalification des ouvrages d'arts non dédiés est axée sur les interactions de la grande faune, dans notre région les ongulés majoritairement, avec les ILT déjà existantes. Dans la continuité de ce travail, nous avons donc ciblé ce même groupe. Nous sommes partis du postulat que ce groupe d'espèces pouvait être considéré comme "les plus contraignants" en termes d'exigence écologique pour franchir un ouvrage ; les requalifications permettraient forcément de laisser passer un grand nombre d'autres animaux.

Grâce à la bibliographie et aux retours d'expériences, nous avons déterminé un ensemble de caractéristiques qui pouvaient influencer sur le franchissement de cette faune ; elles concernent l'ouvrage mais également son environnement. De plus, des problématiques plus sociologiques semblaient nécessaire à prendre en compte. Pour chacun de ces éléments, il a fallu rechercher si des données existaient au niveau régional. Si elles sont présentes, elles deviendront des critères.

Dans un souhait de traiter ces données facilement sur un grand territoire nous traiterons les critères sous SIG (Système d'Information Géographique). Arbitrairement nous choisirons de réaliser une méthodologie par critères de notation. Pour concorder avec ce choix, il nous a fallu déterminer des seuils à chaque critère avec des notes. Par manque de références, ces choix seront majoritairement arbitraires ou dirigés par des études de données en notre possession. En effet, le projet étant qu'à ces débuts, nous travaillerons « à tâtons ».

C/ Définir des critères

Dans un premier temps, il faut spécifier que dans le cadre du projet Via Fauna, nous ciblons les routes grillagées. Les clôtures sont des obstacles qui rendent ces linéaires infranchissables sauf au niveau des ouvrages d'arts. La faune est ainsi contrainte de les emprunter si elle souhaite traverser.

Dans cette partie, il sera question de déterminer les éléments favorables au franchissement des ongulés par un ouvrage d'art existant. Puisque de nombreux critères qualitatifs et quantitatifs peuvent être pris en compte, nous définirons cette méthode comme une démarche multicritère (Zahar, 2007). En effet, elle considérera prioritairement l'appétence de la faune pour déterminer les endroits les plus favorables, mais une dimension sociale sera prise en compte. Nous tenterons donc de réaliser une démarche simple et raisonnée pour définir des critères.

Par la suite, pour chacun des éléments sélectionnés, une notation dégressive, de la valeur la plus favorable à celle qui l'est moins, sera établie. Chaque élément possédera alors une note allant de 1 à 4. L'ensemble de ces critères permettra d'indiquer la priorité de requalification.

Pour l'obtention de la note finale, la somme de ces notes sera réalisée. Le but étant que l'ouvrage le plus prioritaire soit celui qui possède la note la plus élevée (Annexe : Document III.1). Par la suite, il conviendra de tester nos critères pour vérifier le fonctionnement de la méthodologie. Des phases de test seront sûrement nécessaires pour affiner les notes. Dès lors, une pondération "inter critère" sera possiblement appliquée si elle est jugée nécessaire.

1 / Les caractéristiques de l'ouvrage d'art:

Les dimensions de l'ouvrage sont une donnée qui est très souvent citée (Clevenger et Waltho 2000). Dans l'article *d'Olbrich and al. 1984*, il est évoqué que l'ouvrage d'art doit être le plus court possible en termes de longueur. Un élément pas trop long, plutôt large et haut pour le cas d'un tunnel avec un substrat naturel est donc préférable pour la traversée (Grilo, Bissonette, et Santos-Reis 2008) (Seiler et Olsson 2009). Ces critères sont aussi repris dans le guide du Cerema. La présence d'eau était un autre élément qui revenait dans les discussions informelles avec les techniciens de la FDC31. En effet, elle permet de guider la faune et est souvent accompagnée d'une ripisylve bénéfique (Eggleston, 1999).

Malheureusement, bien que très intéressantes, ces données d'indice d'ouverture ou de substrats ne sont pas recensées au niveau régional et ne peuvent donc pas figurer comme des critères dans notre sélection. Concernant la question de la présence d'eau, la base de données ORFeH donnait justement ces informations, spécifiant le caractère intermittent ou permanent du cours d'eau. Mais une autre complexité émergeait avec ces données ; elles étaient fréquemment liées à des ouvrages de type buse ; trop petits pour laisser passer des ongulés en général. De plus, il est mentionné par de nombreux acteurs que les ongulés traversent les ouvrages en eau seulement si une banquette est présente (*source : entretien sociologique avec NEO voir partie V*). Or, aucune information n'était présente au niveau régional et il était impossible de réaliser une prospection terrain pour recenser cela. Pour tout de même prendre en compte ces caractéristiques, le choix a été fait de travailler avec deux autres données assez proches ; la prédiction de franchissabilité pour les ongulés et l'élément traversant l'ouvrage présent dans la BD ORFeH. Il convient de définir ce premier terme. La franchissabilité se traduit comme la possibilité et la facilité que peut avoir un animal à traverser un ouvrage d'art. Cette première prédiction résulte d'une analyse de plusieurs facteurs :

- du type d'ouvrage (pont cadre ou buse),
- du type de passage (supérieur ou inférieur),
- de l'élément fragmentant (autoroute, route nationale, ect.)
- et de l'hydrologie (prédiction réalisée dans le cadre du projet Via Fauna).

Plus l'ensemble de ces éléments est favorable aux ongulés, plus l'élément est qualifié de Plus l'ensemble de ces éléments est favorable aux ongulés, plus l'élément est qualifié de franchissable. Par ailleurs, si les éléments sont moins favorables, l'ouvrage peut être potentiellement franchissable ; potentiellement infranchissable ou infranchissable. Le postulat établi est que les éléments franchissables sont déjà bons en termes de continuité pour la faune. De ce fait, aucun travaux n'est nécessaire ; leur priorité de requalification est donc faible. Pour ceux qualifiés d'infranchissables, ils se caractérisent souvent par des tailles plutôt petites avec des éléments très fragmentants, ce qui nous a conduit à définir que leur priorité est moindre. Par la suite, il a semblé que les ouvrages potentiellement franchissables sont plus simples à restaurer que ceux potentiellement infranchissables. Cette donnée permettait donc de sélectionner un ouvrage plutôt favorable à une requalification.

Concernant l'élément fragmentant ; il se caractérise par l'élément faisant intersection avec l'ILT. Il peut être de nature très variable telle une route départementale ou encore un sentier naturel.

Choisir cette donnée permettait donc d'éviter de cibler des ouvrages avec une forte fréquentation automobile. De plus, techniquement les possibilités d'aménagement sur des routes très fréquentées telle des départementales qui traversent l'élément autoroutier sont bien plus complexe que sur des petites routes. D'une part parce que leur impact fragmentant ainsi que l'intensité du trafic routier très rebutant pour la faune (Donaldson 2007), mais aussi au niveau juridique puisqu'il y a une réglementation plus pointilleuse. Il faut ajouter un filtre social à cet élément. Nous mettrons à part le réseau ferroviaire. En effet, réaliser une requalification semble plus aisé, avec une facilité relationnelle entre la SNCF et FRCO.

2 / L'environnement proche des ouvrages :

Les recherches faites dans la bibliographie amènent à discuter d'un autre point; l'environnement des ouvrages. L'urbain est cité comme un facteur influençant négativement la présence de faune (Donaldson 2007) (Clevenger et Waltho 2000). L'urbanisation en trop grande quantité peut conduire au refus de franchissement (*Seiler and al. 2009*). De surcroît, la présence humaine est évoquée comme nécessairement faible si le passage de la faune veut être aisé (Seiler et Olsson 2009) (Olbrich 1984) De ce fait, un ouvrage trop fréquenté par les humains, ou trop urbanisé dans ces alentours, ne sera pas emprunté par la faune. De plus, l'impact sonore peut l'éloigner (Brown et al. 2012) (*Seiler and al. 2009*). Un autre facteur nous semble très important suite à nos recherches bibliographiques : la végétation. C'est un élément essentiel pour guider les animaux ; elle peut aussi servir de refuge. Il est mentionné qu'une situation à proximité de la forêt favorise l'utilisation des ouvrages par les animaux (*Olbrich and al. 1984; Seiler and al. 2009*). Ces deux éléments concordent avec nos observations. En effet, nous vous reconduit une campagne de pièges photographiques pour étudier la faune au niveau des ouvrages et par la même occasion créer un protocole d'étude des environs des ouvrages pour le critère de l'occupation du sol. Même si ce suivi et celui de l'année précédente n'ont pas permis statistiquement de montrer si l'environnement avait un effet sur le franchissement, nous observons quand même que trop d'urbain conduit à peu de fréquentation par la grande faune et que la végétation est bénéfique.

Pour trouver ces données nous avons choisi de reprendre ce protocole. Défini arbitrairement l'année précédente, un périmètre d'étude de 300 mètres avait été délimité durant une campagne de pièges photographiques (partie V) pour étudier les environs proches des ouvrages. Reprenant ce même périmètre, nous créons un protocole d'étude pour tous les ouvrages similaires à celui pour le suivi (Annexe : figure III.2). Pour quantifier la présence humaine nous étudierons les pourcentages d'urbain et d'infrastructures de transport dans ce périmètre (somme des deux). Les seuils de notes seront définis arbitrairement en se basant sur les données de nos deux suivis.

Suivant le même schéma, nous souhaitons quantifier la végétation. Il est difficile de définir si une quantité minimale de végétation est nécessaire pour mener au franchissement des ongulés puisque ces espèces n'ont pas toutes les mêmes affections. Dans tous les cas, la présence de végétation ne peut être que bénéfique en créant une zone de quiétude (Olbrich 1984). Il faut ajouter un point de vue technique à cette donnée : plus l'ouvrage sera végétalisé dans les environs, plus nous aurons de facilité à le restaurer en utilisant la végétation déjà

présente. Nous choisirons donc de définir des seuils de notes arbitraire en se basant sur les données de nos deux suivis.

3 / Les possibilités de plantation de haie :

Un élément social a été abordé lors des entretiens sociologiques (voir partie V) et plus spécifiquement grâce au retour d'expérience de la fédération départementale des chasseurs du 82. Ayant engagé un projet de requalification de deux ouvrages, la FDC 82 a permis de s'affirmer comme territoire "test". Un des éléments s'est avéré complexe à mettre en place ; la plantation de haie. En effet, la perception des haies dans le monde agricole est un sujet bien controversé (Bertouille 2021). Parfois perçu comme vecteur de nuisibles avec une grande contrainte d'entretien elle ne fait pas l'unanimité dans le monde agricole. Pourtant, ces végétaux ont des effets bénéfiques cités à de nombreuses reprises pour la biodiversité en général, mais aussi pour servir de guide pour la faune (Ausgabe 2019).

Une cartographie des plantations réalisées ces 3 dernières années est accessible auprès de la région. Les communes ayant fait des plantations ; leur récurrence et le nombre de pieds plantés étaient spécifiés. Dès lors, il fallait trouver comment avec ces données déterminer des communes "facile à planter". Après un échange avec l'association Arbre et Paysage d'Autan dans le 31, une solution est proposée. Il semblerait que le nombre de plantations dépendent majoritairement de la taille de la commune et de ses possibilités techniques et financières. Le nombre de plants ne semble donc pas représenter la volonté, mais plutôt la facilité à pouvoir planter. Avec le souhait de n'être pas très sélectif, nous choisissons de spécifier les communes qui ont déjà planté et celles non.

4 / La présence de faune :

Pour que les mesures de requalification soient bénéfiques, il est nécessaire que la faune ciblée (ici les ongulés) soit présente. En effet, comparant les premières données de notre campagne de pièges photographiques entre l'année précédente et celle en cours, une grande différence de fréquentation d'ongulés est observée. Suite à cela, nous nous sommes interrogés sur les facteurs qui pouvaient conduire à ces écarts. Lors d'échanges avec les techniciens de la FDC 31 il a été mis en exergue que ces deux zones ne possédaient pas la même densité d'ongulés. Pour vérifier ces dires et avoir une idée des populations actuelles, nous avons étudié les prélèvements de sangliers de l'année précédente ainsi que les réalisations de chasse cerf et chevreuils par commune sur le département de la Haute-Garonne. Le souhait était d'obtenir des cartes de densité des populations pour cibler les ouvrages en fonction de cette donnée.

Ces données très intéressantes sont très complexes à obtenir au niveau régional. En effet, elles ne sont pas homogènes au niveau du territoire et établies parfois à des échelles différentes (ACCA, communes, etc). Leur mode de conservation est lui aussi spécifique à chaque département. Aussi, nous choisissons de travailler sur des données datant de 5ans. En effet, un travail avait été réalisé dans le cadre d'un autre projet pour homogénéiser ces données. L'ancienneté de ces valeurs n'était pas un problème pour les attributions de plan de chasse des chevreuils et cerfs. Nous estimions qu'elles étaient proches de celles actuelles, ne variant que très peu d'une année sur l'autre (informations recueillis auprès des techniciens de la FRCO). En outre, la présence de la surface chassable par commune était renseignée. Les prélèvements sangliers, qu'en à eux, n'étaient pas recensés et leurs variations d'année à l'autre sont parfois assez conséquentes, ce qui aurait pu nous éloigner de la réalité si nous

n'utilisons pas des données récentes. Nous avons donc fait le choix de demander ces données aux fédérations des chasseurs de chaque département.

Dans le but d'uniformiser les données au niveau régional, un indice de richesse d'ongulés a pu être construit. Il s'agit du nombre d'ongulés recensés par commune rapporté à la surface chassable par commune divisé par le ratio de la somme d'ongulés au département par la surface totale chassable au département.

$$\text{I richesse} = \frac{\Sigma \text{ongulés par communes}}{\Sigma \text{surface chassable par communes}} \div \frac{\Sigma \text{ongulés sur le département}}{\Sigma \text{surface chassable sur le département}}$$

Cet indice nous permet ainsi de savoir si une commune a un nombre d'ongulés plus grand ou plus faible que la moyenne départementale.

5 / Les corridors de faune :

Enfin, un autre élément essentiel devait être pris en compte comme critère. Évoquée par de nombreux acteurs et représentants la politique de la TVB, la localisation des ouvrages prioritaire devrait se faire sur des corridors de déplacement (Ausgabe 2019). La modélisation créée par le projet Via Fauna permet de représenter ces couloirs utilisés par les ongulés. Deux documents ont été créés, un schématisant les continuités écologiques dans le paysage actuel avec ILT, et un autre représentant les couloirs dits "idéaux". Ces derniers sont théoriquement les corridors qu'utiliseraient les ongulés sans la présence des ILT. Ils permettent de mettre en exergue l'impact potentiel qu'ont ces linéaires sur les déplacements de faune. Nous décidons que les ouvrages à restaurer devront donc être ciblés près de couloirs "idéaux". Des rayons de proximité vont être mis en exergue. Plus l'ouvrage sera proche d'un corridor de passage théorique, plus il sera prioritaire.

En résumé, cibler un ouvrage candidat dépend de nombreux facteurs. Ils peuvent être inhérents à l'ouvrage, mais ils peuvent aussi s'appliquer à son environnement. Étudier la quantité de faune et son déplacement est aussi essentiel pour choisir des zones prioritaires. Des contraintes plutôt sociales, telle la possibilité de plantation de haies, sont à prendre en compte pour choisir un secteur.

Au dire des données bibliographiques, des retours d'expérience et des entretiens sociologiques (partie V) nous sélectionnons 5 critères. Ils correspondent aux éléments développer plus haut.

D/ Une phase test peu concluante

Pour réaliser notre méthodologie, nous sommes passés sous FME (Feature Manipulation Engine) qui est un logiciel spécialisé en données géographiques, vectorielles et images. Il nous permet d'automatiser la démarche à grande échelle et de réduire le temps de traitement. En raison du manque de données pour le critère « d'abondance de faune » et celui des « corridors », la méthode n'a été conduite que sur le département de la Haute-Garonne. De plus, nous sommes dans une phase de test, il est donc nécessaire d'avoir une zone d'étude plus réduite avant de déployer la méthode au niveau régional. Les couches nécessaires sont

donc sélectionnées pour chaque ouvrage du département. Une notation par somme de ces critères est attribuée.

Les premiers résultats donnent des notes entre 9 et 24 pour 629 ouvrages (*Annexe : Figure III.3*). Une vingtaine d'ouvrages sont classés comme les plus favorables. La technique fonctionne d'une certaine manière puisqu'elle nous permet de voir que certains ouvrages sont moins favorables que d'autres. Comme attendu, l'agglomération toulousaine et sa périphérie proche sont classées comme moins pertinentes, c'est également le cas d'un tronçon de l'A64. En effet, cette zone est très urbanisée et aucun des corridors de faune ne passent à proximité d'après la modélisation Via Fauna. Les zones les plus verdoyantes et sans urbain semblent être ciblées. Ces premiers rendus permettent d'attester d'une certaine cohérence dans les résultats.

Pour vérifier ces données, nous réalisons une étude par cartographie des ouvrages les « mieux » classés. Un ouvrage attire notre attention dans les environs de Toulouse (N°22282). Il possède beaucoup d'urbain mais une note plutôt élevée de 19 sur 24 (*Figure III.4 ci-dessous*), les environs de l'ouvrages ne sont pas du tout favorables. De plus aucun corridor n'est présent dans les alentours. Il est donc possible d'en déduire que certains critères en ont « compensé » d'autres, créant ainsi une bonne note malgré que certains critères soient défavorables. D'autres observations vont dans ce sens et mettent aussi en exergue des incohérences. Parfois il n'y a quasiment pas de faune recensée sur la commune et l'ouvrage est pourtant noté comme prioritaire.

L'ensemble de ces remarques nous amènent à conclure que la méthodologie manque de précisions. Une phase d'amélioration est donc nécessaire.

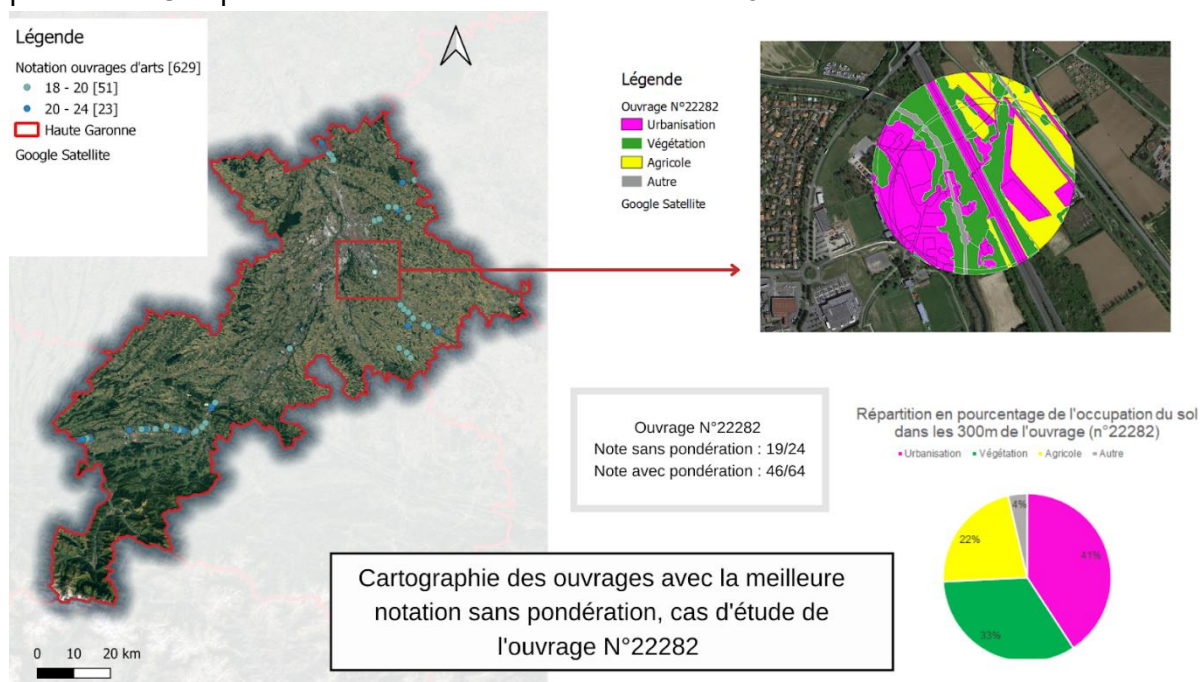


Figure III.4 : Cartographie des ouvrages possédant les meilleures notations sans pondération, cas d'étude de l'ouvrage N°22282

E/ Des améliorations nécessaires

En plus des incohérences s'apparentant au cas de l'ouvrage n°22282, d'autres passages ressemblent à des buses sur image satellite, or cette taille est trop petite pour un faune d'ongulés d'après nos connaissances. Il est opportun de conclure que les critères paraissent

tous très pertinents de notre point de vue, mais assemblés en une méthodologie, ils ne sont pas suffisants pour déterminer des endroits à restaurer prioritairement.

Par conséquent, nous nous interrogeons sur la manière pour améliorer et affiner notre méthode, sans changer nos critères. Initialement, il a été envisagé de ne pondérer les 5 critères. Au vu de ce premier résultat, il semble judicieux de mener une réflexion sur l'importance prédominante que peuvent avoir certains points en comparaison à d'autres et d'adapter les pondérations.

Après étude de la méthode sans pondération, des erreurs sont mises en exergue. Certains ouvrages, comme vu avec le n°22282, ressortent comme prioritaires alors qu'ils sont constitués d'une buse et situé dans un secteur urbain dense. Il faut mentionner que d'après la base ORFeH (base de prédiction de la franchissabilité des ouvrages) un ouvrage avec une bonne franchissabilité se caractérise par des dimensions assez grandes (= pont cadre) ; critère important pour les ongulés. De plus, logiquement, si peu de zones urbaines sont présentes, nous pouvons penser que la végétalisation sera plus présente ou déjà présente.

Au vu de ces observations, des modifications sont à réaliser. En effet, certains critères doivent donc avoir un poids plus grand afin de les rendre « plus prioritaire ». Le développement de cette pondération sera empirique puisque nous sommes en phase de test. Toutefois, il est possible d'après les observations précédentes de lister des éléments qui nous semblent incohérent et de tester de leur donner un poids plus grand. De plus certains critères semblent essentiel. Plusieurs phases de test devront être réalisés pour tenter de rendre compte de la réalité.

Prioritairement, nous observons que l'urbain est un des facteurs qui doit être évité. Plusieurs phases de test seront nécessaires pour que le pourcentage d'urbain soit faible pour les ouvrages les mieux notés. Souvent mentionnée par les experts, la présence de corridors écologiques "idéaux" proches, c'est-à-dire prédite sans ILT, est un élément important. Puisque la modélisation Via Fauna est prédictive, nous choisissons de lui donner arbitrairement une pondération un peu plus faible.

Par la suite, il est choisi de donner plus de poids à l'élément intersectionnant l'ILT. En effet, franchir un élément telle une autoroute sera quasiment impossible, il faut alors éviter que des ouvrages avec cette caractéristique aient une bonne notation. Dans un dernier temps, il est nécessaire d'avoir de la faune pour que la restauration ait une utilité. Cet élément prend de ce fait un poids un peu plus grand.

Plusieurs phases de test seront nécessaires pour affiner la pondération. Nous choisissons de lui attribuer des poids entre 1 et 5 pour ne pas trop s'éparpiller. Après des tests, nous nous fixons sur les pondérations suivantes (*Figure III.5 ci-dessous*).

Critère	1- Franchissabilité	2 - Élément fragmentant	3 - Urbain	4 - Végétation	5 - Plantation de haies	6 - Faune	7 - Corridor écologique
Notation	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 et 4	1 à 4	1 à 4
Pondération	4	3	5	1	1	2	3

Figure III.5 : Tableau des notations et pondération par critère

La pondération conduit à faire varier la priorité de certains ouvrages. En effet, il est possible de voir que les ouvrages sans urbain et avec un corridor sont favorisés. Nous observons aussi que des « secteurs à ouvrage prioritaire » voient le jour. Plutôt réparties en 3 gros blocs sur la Haute Garonne, nous voyons apparaître des zones plutôt favorables, ce qui est très bénéfiques pour notre étude.

Il est nécessaire de comparer les ouvrages les mieux notés avant et après pondération (*Annexe : Figure III.6*). La pondération amène à sélectionner plus d'ouvrages comme prioritaires mais enlève certains ouvrages qui sont isolés. Les ouvrages considérés comme bons varient tout en restant dans des secteurs assez similaires. Nous n'observons pas l'ouvrage n°22282 précédemment identifié comme trop urbanisé.

L'analyse par photo-interprétation semble indiquer que cela est représentatif de la réalité et de nos exigences. Une demande d'étude sur un ouvrage dans le nord du département du 31 a été formulée par la SNCF il y a quelques mois à la FRCO. Classé comme "point noir", ce passage inférieur est le lieu de collisions régulières entre les trains et la faune. Cette donnée conforte donc dans une certaine mesure notre méthodologie.

Bien que précieuse, la concordance de la méthodologie avec cette situation de terrain n'est pas suffisante pour pouvoir conclure sur la précision de cette méthode. Une phase de terrain devra être menée pour tenter de juger de la pertinence de la méthode. Il s'agira de vérifier « in situ » si les qualifications données aux différents ouvrages sont adaptées.

Par ailleurs, à l'occasion de ces observations, il convient de s'interroger si ces ouvrages ne sont pas déjà favorables au passage ; auquel cas, il faudrait les conserver et non engager des travaux d'améliorations.

F/ Une méthodologie suffisante ?

Dans un dernier temps, il advient de traiter des limites et perspectives d'améliorations de ce travail.

Pour débiter, il est nécessaire d'évoquer le choix d'une méthodologie par critère de notation. Le souhait est ici de réaliser une méthode simple et cohérente à plusieurs critères. Il aurait été possible de choisir d'autre méthode de priorisation sans note. Les critères ne sont pas simples à noter ; dans notre étude ils ont été définis avec l'ensemble de l'équipe du projet Via Fauna. Très informative pour comparer la priorité des ouvrages entre eux, cette note globale obtenue possède des seuils arbitraires parfois discutables. Par ailleurs, il faut ajouter que les critères choisis sont ceux disponibles et non tous ceux souhaités. Par exemple, un critère tel l'indice d'ouverture a été identifié comme essentiel et très indicateur de la possibilité de passage, mais au niveau régional une telle donnée n'est pas disponible (Olbrich 1984). Par la suite, il convient de discuter de chaque critère.

Des limites sont visibles pour les critères utilisant la base de donnée ORFeH comme source. Cette base de données possède tout de même un taux d'erreur de 6% qui ne peut être négligé. Il en est de même avec le modèle Via Fauna utilisé. En plus du modèle de prédiction des corridors écologiques idéaux, il serait potentiellement bénéfique de coupler les données de collisions pour appuyer les données. Ces dernières ont toutefois des limites. Travaillant sur un réseau grillagé, il n'est pas sensé avoir des collisions sur l'autoroute. De plus, pour des raisons de sécurité, il n'est pas possible que nous allions sur le terrain pour faire ces relevés.

Malheureusement, les données de collisions des gestionnaires d'infrastructures ne sont pas des données publiques et il n'est pas aisées de les obtenir même en les sollicitant. Il est possible d'étudier les collisions dans les alentours, sur des routes départementales par exemple mais cela fait émerger un autre problème. Ces routes longent souvent l'autoroute. Remettre en transparence l'ILT pourrait se révéler contre productive puisqu'elle pourrait faire augmenter le risque de collision. Cette méthode peut juste informer sur des zones de grandes ruptures parfois à fort risques de collision.

D'autres part, en utilisant le modèle Via Fauna, il serait judicieux de calculer les distances entre les couloirs idéaux et ceux réels pour mettre en avant des tronçons possédant une perte de connectivité. Cela mettrait en exergue des endroits où l'impact de la route est grand et donc prioritaire à être restauré. Dans cette même idée, il serait possible de coupler le modèle Via Fauna avec les connaissances des chasseurs. Connaisseur du territoire, cela permettrait d'affiner les axes de déplacement de la faune et ainsi cibler des zones prioritaires.

Par ailleurs, la végétation est un élément qui peut différer en quantité entre les départements. Il sera de ce fait peut être judicieux de traiter ces données d'une manière différente par secteur ou trouver une méthode d'étalonnage. Par exemple, comparer les unités paysagères entre elles peut être une solution. Concernant les plantations de haies, cette donnée est juste informative puisque le critère est social. En effet, sur une même commune, les propriétaires peuvent être de deux avis très différents sur la possibilité de planter chez eux. Pour affiner cette donnée, il serait sûrement judicieux de recenser, à l'aide des associations de planteurs d'arbres, les personnes plantant déjà. Il faudrait réduire ce périmètre à quelques kilomètres autour des ILT.

Pour continuer, au niveau des critères d'abondance de faune, il faut noter que les données sont très partielles et très approximatives. Même si les techniciens de terrain affirment que les données sont représentatives, il ne faut pas oublier que la phase de test ne s'est déroulée que sur la Haute-Garonne. Une fois les informations collectées au niveau régional, il serait judicieux de demander l'avis des experts de terrain pour peut-être étalonner différemment les valeurs d'abondance de faune. De plus, un ratio de chaque faune peut sembler bénéfique à créer si l'on souhaite cibler une espèce en particulier par la suite.

Pour le moment, les données de faune sont complexes à obtenir. En effet, solliciter chaque FDC demande du temps et tous ne répondent pas à ces demandes. De plus, le manque d'uniformité de ces données rend le travail très long si nous souhaitons les exploiter. Une requête aux fédérations départementales de la région Occitanie leur a été adressée durant le stage, mais elle n'a pas abouti dans sa totalité. Centraliser les données faune au niveau régional et même national serait une réelle plus-value pour avancer sur la méthodologie, mais aussi dans de nombreux projets. Les données sont actuellement recueillies différemment par chaque fédération, un format commun devrait être mis en place pour faciliter les échanges. D'autre part, les ouvrages identifiés sont ciblés pour une faune d'ongulés, calquée sur les exigences, mais cela ne signifie pas que des ouvrages avec d'autres caractéristiques ne peuvent pas être favorables au passage d'autres espèces.

Par ailleurs, il convient de mettre en avant une autre limite temporelle très importante. En effet, nos critères identifient un potentiel de requalification sur l'instant présent avec les données disponibles. Il n'a pas été étudié si ces ouvrages sont inscrits dans des zones à urbanisation future dans les SCoT et PLU ou PLUi. Cette donnée est pourtant prise en compte dans la

création de certains écoponts (10). En revanche, au niveau régional, il serait très complexe de l'intégrer, cela demanderait un travail considérable. Il serait opportun de regarder cette donnée au cas par cas avant tout début de projet. Un autre volet peut être étudié, celui d'inclure des espèces protégées. Certaines espèces avec des grands enjeux pourraient utiliser les ouvrages d'arts, appuyant ainsi la nécessité d'une restauration écologique.

Après avoir étudié les limites inhérentes aux critères, il convient de discuter de celles visibles au niveau des résultats. Les ouvrages potentiellement favorables sont parfois situés entre deux villages ou hameaux. Leur périmètre de 300 m est très favorable, mais dès que l'on augmente cette valeur, il est possible de voir que l'environnement est plutôt hostile pour un passage. D'autre part, il est possible d'avoir des ouvrages supérieurs de type ferroviaires classés comme "bons" dans notre méthode. Cela est dû à la bonne notation que nous avons octroyée à ce type d'élément. Mais lorsque le passage est supérieur, le franchissement est plus complexe car les aménagements vont être bien plus limités en termes de possibilités. De plus, faire transiter de la faune sur ces ouvrages ne fera qu'augmenter le risque de collisions.

Les résultats nous amènent par la suite à discuter de la pondération octroyée à chaque critère. Sans référence auxquelles se repérer, nous avons testé à "tâton" en faisant varier la pondération. Il a été choisi de tester les extrêmes en premier (sans pondération), avec un raisonnement extrême sur les éléments les plus bénéfiques (arbitrairement) et de faire varier les critères par la suite. La pondération a donc un caractère subjectif ; faisant de cette méthode une aide à la prise de décision, mais ne garantissant pas de façon absolue qu'il s'agisse de la meilleure décision. Si le souhait de la structure est de garder cette méthodologie de priorisation, il semblerait nécessaire de réaliser une étude au niveau régional plus approfondie d'un échantillon d'ouvrages.

D'autres limites sont sûrement omises lors de cette réflexion. Les préconisations ne sont pas exhaustives. Il existe certainement d'autres possibilités pour améliorer ce travail.

Pour conclure, cette méthodologie de priorisation d'ouvrage d'art fonctionne dans une certaine mesure. Bien qu'imparfaite, elle nous permet en effet d'identifier des ouvrages prioritaires. Il faut rappeler que cet outil n'enlève pas la nécessité de réaliser une étude de terrain, mais elle permet une pré-sélection.

Après avoir tenté de déterminer les localisations prioritaires pour des requalifications avec une méthode automatisée, il convient de passer à l'opérationnel. Il convient donc de s'interroger sur les mesures à prendre pour favoriser le passage de la faune par ces ouvrages.

IV/ Quelles sont les mesures à mener lors d'une requalification ?

A/ Des mesures écologiques complexes à définir par manque de donnée

Les ouvrages d'art existant ont déjà un environnement établi, souvent très peu modifiable. Ces éléments rendent les restaurations plus complexes.

La bibliographie n'est pas foisonnante sur ce sujet, rendant les recherches moins simples. Définir des mesures est donc réalisé de manière assez arbitraire. Malgré cela, il existe tout de

même des données pour les ouvrages dédiés, ce qui peut permettre d'aiguiller. Quelques rares ouvrages ont déjà pu être requalifiés, servant d'expérience modèle. Dans le Tarn-et-Garonne, deux requalifications sont en cours, mais le retour d'expérience n'est pas encore disponible (moins de 6 mois, de ce fait les données ne sont pas exploitables (Ausgabe 2019)). De plus, des requalifications ont été réalisées dans le Val-d'Oise, dans l'Isère et sur l'agglomération de Saint Etienne. Les mesures écologiques prises sont listées pour certains et sommairement dans un compte rendu du CEREMA (Cerema 2021). Un guide publié par cette même structure évoque des éléments de requalification, mais en ciblant principalement des ouvrages hydrauliques. Il convient d'ajouter que rares sont les retours d'expériences qui possèdent un suivi complet, et encore moins avec des données exploitables.

Face à cela, il est nécessaire de se questionner sur les mesures écologiques à sélectionner lors des requalifications. Pour compléter ces informations, nous réalisons une campagne de pièges photographiques qui nous aidera à trouver des réponses. Il convient de s'interroger sur la faune à cibler, mais aussi sur les mesures adaptées par cortège d'espèces. Le choix du type d'ouvrage, supérieur ou inférieur, devra être discuté. Pour compléter, une dimension de coût devra être traitée.

Dans un premier temps, nous nous sommes tournés vers la bibliographie. Cette première recherche, évoquée précédemment dans la partie III, permet de déterminer si des exigences particulières de la faune sont observables. Souhaitant approfondir ces connaissances, nous avons choisi de continuer la campagne de pièges photographiques de l'année précédente. En complément, une autre solution est trouvée ; étudier ce qui a déjà été réalisé auparavant en requalification. Avant de travailler sur ce sujet, il convient de rappeler que les requalifications déjà réalisées sont des expérimentations. En effet, chaque nouveau projet se conduit tel un nouveau test avec des différentes mesures pour obtenir plus de connaissances. L'environnement de ces projets n'est pas contrôlé, ce qui rend très complexe de conclure sur des mesures à prendre vu du peu de réplica existant. Mentionnée comme "opération de requalification" par le CEREMA certains retours sur expériences existent. Le projet "couloir de vie" dans l'Isère en est un autre exemple (3). Ces retours sont donc étudiés au cas par cas pour tenter de discuter des mesures.

Il demeure tout de même une autre interrogation majeure, requalifier, mais sur quels ouvrages ? Comme évoqué précédemment, il existe des ouvrages supérieurs et d'autres inférieurs. A l'aide de la bibliographie et des retours d'expérience nous tenterons de répondre à cette question. Pour compléter cette étude, il faut aussi intégrer l'aspect financier en étudiant les retours sur expériences disponibles.

B/ Les retours d'expérience

En mettant en commun les retours d'expériences de requalifications, d'ouvrages dédiés et des dires d'experts, on observe des mesures écologiques redondantes. Nous étudierons ici plus précisément les caractéristiques de l'ouvrage.

La mise en place d'un substrat naturel est conseillée. Parfois, pour des ouvrages supérieurs, cela se traduit par la mise en place de banquettes en herbe(2). Elles permettent la création de passages à usage mixte (faune/humains), c'est-à-dire à l'adaptation pour la faune de ce passage déjà présent pour un usage humain.

Sur les bords des ouvrages, les panneaux occultants peuvent être posés (Auszage 2019). Considéré comme efficace, ce matériau lutte contre l'effarouchement de la faune par les phares des véhicules (2). En revanche, le dimensionnement de ces panneaux doit être proportionné en fonction des éléments extérieurs. Dans cette même idée, une autre alternative existe, des lames vertes métalliques pour opacifier la traversée. Même si les panneaux en bois sont mieux acceptés sur le plan visuel, ces éléments fonctionnent. En plus d'une dimension occultante, ces panneaux ont la possibilité de contribuer à une réduction sonore en l'atténuant de quelques décibels (3)(4). Cette mesure est souvent prise puisque le bruit est considéré comme une réelle pollution affectant la faune.

D'autres mesures écologiques existent sur l'ouvrage pour une faune plus petite. La mise en place de pierriers, blocs ou andains pour les mustélicés en général ont des bénéfices pour servir de refuge. La création de petites dépressions pour le développement de points d'eau temporaires peut voir le jour (2).

Dans un second temps il convient de discuter des mesures écologiques possibles pour jouer avec l'environnement proche de l'ouvrage. La plantation de haies guide pour conduire la faune est une solution assez courante (3). Pour ce faire, trouver des particuliers (agriculteurs, éleveurs, riverains, etc.) qui acceptent qu'on réalise les plantations chez eux a été nécessaire. (source : Marie Cabessut; chargée de mission de la FDC82) En revanche, il faut savoir que les bienfaits de cette mesure écologique ne sera visible que dans quelques années (2ans en général), le temps que la végétation pousse. Il est possible que ces haies soient accolés à l'ouvrage, servant d'écran aux lumières des phares des véhicules. Même s'il n'est parfois pas possible de planter ; conserver la végétation existante peut s'avérer une mesure judicieuse (3).

Le déplacement de clôture est aussi une solution pour récupérer de la végétation mature et déjà fonctionnelle. En effet, souvent des dépendances vertes sont présentes au sein des emprises clôturées des gestionnaires d'infrastructures. Elles permettent de maintenir et favoriser la biodiversité, mais aussi de servir de zone refuge pour une faune plus grande. Le guide du CEREMA aborde aussi cette thématique en évoquant que le mode de gestion peut être adapté à la présence de la faune tout en assurant la sécurité des usagers (Cerema 2021). Par exemple, rapprocher une clôture de quelques mètres de la route permet de mettre à disposition de la faune un couloir de déplacement qui peut être très intéressant, notamment dans les paysages dégradés.

Après cela, il convient de cibler les suivis d'aménagement. Nécessaire, ils d'une grande utilité pour adapter les mesures si besoin, mais surtout pour alimenter les retours d'expériences. Ils doivent être réalisés avant et après les travaux pour permettre de voir l'efficacité de la requalification. La durée doit être au minimum 1an pour prendre en compte tout le cycle de vie de ces animaux. Comme déjà réalisé lors de cette étude, les pièges photographiques à déclenchement par mouvement sont des outils couramment plus utilisés (2). Ils permettent de savoir si le passage est adapté, quelles espèces l'utilisent et possiblement de comprendre pourquoi certaines ne l'utilisent pas (Cerema 2021).

Dans un dernier temps, il est nécessaire de prendre en compte l'accessibilité au terrain avant d'initier les requalifications. Le plus souvent, lors des projets, des routes à proximité sont déjà existantes, mais il est possible que ce ne soit pas toujours le cas (Seiler et Olsson 2009).

C/ Choisir un ouvrage supérieur ou inférieur ? Des contraintes techniques et financières

Après avoir traité les mesures prises, il faut s'interroger sur les différences qui existent entre un ouvrage supérieur et un inférieur. Il convient de connaître les exigences de la faune sur ce sujet, mais aussi un aspect plus technique avec les complexités auxquelles peuvent être soumises des requalifications.

Aucune préférence n'est relevée pour les espèces de sangliers et les cerfs entre un ouvrage d'art supérieur ou inférieur. Pour les chevreuils, le passage souterrain de grands ponts cadres serait celui qu'il affectionne le plus même s'ils peuvent traverser sur des supérieurs (Olbrich 1984). Cette affirmation est très controversée. En effet, l'aménagement des ouvrages dédiés est réalisé en majorité en supérieur. En conclusion, un ouvrage inférieur très bien dimensionné aurait autant de potentiel qu'un ouvrage supérieur pour les ongulés au sens large.

Ces affirmations amènent à réfléchir sur l'aspect technique de ces constructions. Requalifier un ouvrage supérieur non dédié signifie réaliser des travaux et amener des nouveaux éléments tels de la terre ou des pierres sur un édifice déjà présent. Or, ces ponts ont une portance calculée lors de sa construction pour soutenir un poids bien précis. Modifier ces valeurs conduirait obligatoirement à réaliser une étude en génie civil au préalable pour s'assurer de la possibilité d'élaborer un tel projet et cela a un coût assez conséquent. Il est aussi noté dans les ouvrages dédiés qu'il est souhaitable d'avoir un ouvrage large, donnée non modifiable quand nous ciblons un ouvrage déjà présent sur le territoire.

Pour les ouvrages inférieurs, il en est de même. Les dimensions comme la largeur ou la hauteur ne sont pas modifiables. En effet, décaisser pour augmenter la hauteur pourrait affaiblir la solidité de l'ouvrage, il faut donc une étude préalable si un tel choix est envisagé. Une requalification sur ce type d'ouvrage est plus aisée dans les possibilités d'amener de nouveaux éléments tels de la terre ou des pierres puisque nous sommes au sol. En revanche, il y aura une absence de végétation au centre de ces passages puisque la luminosité ne le permet pas. Il faut ajouter que souvent des petits ruisseaux temporaires ou permanents coulent sous ou aux abords de l'ouvrage, ce qui est mentionné de très positif pour jouer le rôle de vecteur pour la faune.

En termes de coût financier, aucune planche avec des tarifs fixes existe. Il est ainsi juste possible de comparer avec les retours d'expériences connus. Ces tarifs comprennent parfois des études complémentaires ou des animations, mais le détail est parfois inexistant. Les comparaisons que nous tentons de réaliser sont donc qu'à titre informatif et approximatif.

En regardant de plus près dans la bibliographie, on s'aperçoit que ces infrastructures dédiées à la faune ont un certain coût. Ces ouvrages sont encore ponctuels en raison de l'investissement coûteux qu'ils représentent. Pour un passage au-dessus ou « écopont », il convient de prévoir au minimum un million d'euros (A. Poiret, 2021). Malgré ces tarifs annoncés, nous sommes parfois très loin de la majeure partie des budgets alloués à ce genre de travaux. À titre d'exemple, un ouvrage dédié réalisé au-dessus de l'autoroute A1 sur les communes de Senlis, Pontarmé et Mont-L'évêque dans l'Oise est estimé à 7.5 millions d'euros. Moins cher, deux éco-ponts sur A8 et A57 dans la région PACA ont été créés au-dessus d'un linéaire existant avec un tarif de 7.35 millions d'euros.

Concernant les ouvrages non dédiés et les travaux de requalifications, nous pouvons penser que ces sommes sont moins conséquentes. En effet, les retours d'expérience ne mentionnent pas tous le coût du projet. Il est donc complexe de définir une tranche de coût. Pour la requalification d'un ouvrage supérieur réalisé par Saint-Étienne Métropole, il a fallu compter 99 600€ HT pour la partie travaux (2). Pour les deux projets sur des ouvrages inférieurs a été mené par la FDC 82, le budget était de 170 000€ pour les deux comprenant aussi l'animation. Au vu de ces résultats, il semblerait qu'en termes de requalifications d'ouvrages, ceux supérieurs soient plus chers. Malgré cela, la remise en transparence d'ouvrages paraît moins onéreuse que créer des ouvrages dédiés. Toutefois, des contraintes techniques sont bien présentes. De plus, les contraintes de l'environnement des ouvrages et du contexte local s'ajoutent.

D/ La campagne de piège photographique; une source d'information complémentaire

Suite à ces premières recherches bibliographiques et étude des retours d'expérience, il s'est avéré nécessaire d'obtenir encore des connaissances. Cela s'est traduit dans un premier temps de réaliser un entretien avec une spécialiste chevreuil, mais aussi par une campagne de pièges photographiques. Mentionnée à plusieurs reprises comme outil majeur dans les suivis de faune sur les ouvrages dédiés, reproduire ces suivis sur des ouvrages d'art non dédiés pourrait forcément nous apporter plus d'informations. Connaître ces animaux été réellement nécessaires pour adapter au mieux les mesures qui seront prises par la suite lors de rectifications. Par ailleurs, le postulat que nous avons émis un peu plus tôt (partie III) sur l'exigence des ongulés nous amène à les cibler. Suivant cette logique, ce groupe d'espèces "contraignants" en termes d'exigence écologique pour franchir un ouvrage laisserait forcément passer un grand nombre d'autres animaux.

Dans un premier temps, l'entretien avec Lucie Debeffe du CEFS à l'INRAE (spécialiste du comportement écologique de la faune sauvage) nous a permis de nous renseigner sur la question du chevreuil, l'une des espèces les plus exigeantes. Ces animaux sont décrits comme quasi sédentaires avec des mâles territoriaux lors de la reproduction. Concernant leur milieu de vie, c'est l'environnement très local qui l'influence. Par exemple, des animaux conditionnés dans un environnement forestier vont garder cette appétence durant leur vie et l'inverse s'ils sont habitués à des milieux ouverts. La plasticité comportementale de cette espèce rend donc la prédiction de passage très complexe. Leur comportement aux abords des ouvrages est quasiment imprévisible et leur affinité avec le paysage environnant l'est aussi.

Au vu de ces premiers échanges, le résultat n'était pas suffisant pour notre étude. Il nous fallait en apprendre plus les exigences du chevreuil, mais aussi les autres ongulés. Pour connaître l'utilisation des ouvrages non dédiés par cette faune, il a fallu premièrement consulter la bibliographie présente pour faire un état des lieux. Peu de données traitent de l'interaction entre cette faune et les ILT existantes. Malgré cela, le besoin de références sur lesquelles s'appuyer pour notre étude était bien existant. Les autres options se restreignaient à questionner les acteurs locaux et trouver d'autres données sur lesquelles se référer. Justement, l'année précédente (2020/21), un suivi par piège photographique avait été réalisé par la FRCO sur 12 ouvrages le long du linéaire de l'autoroute A64 (*Annexe: figure IV.1*). Cette méthode de suivi est couramment utilisée lors d'études d'écopont (ouvrages dédiés à la faune) et s'avère donc propice pour observer la faune. Le choix s'est ainsi porté à reconduire une

campagne de suivi par piège photographique. En effet, elle nous permettrait dans une certaine mesure d'évaluer la fréquentation des différents ouvrages pour les différents types d'espèces. En complément, elle pourrait nous aider à répondre à de nombreuses interrogations comportementales et ainsi tenter de savoir les facteurs pouvant conduire à une décision de refus ou de franchissement de l'ouvrage par les ongulés.

Pour réaliser ce suivi, il était nécessaire dans un premier temps de choisir une zone d'étude propice. Un protocole de sélection de zones sur l'ensemble de la région a été rédigé et appliqué (*Annexe: Document IV.2*). Dans un premier temps, 3 zones propices avaient été sectionnées. Une dans le département du Lot, une autre dans l'Aude et une dernière entre la Haute-Garonne et l'Ariège (*Annexe : figure IV.3*) C'est la dimension de faisabilité technique du suivi qui a finalement tranché. En effet, les appareils photographiques sont très souvent soumis au vandalisme. Cibler des tronçons où il est possible de poser ces pièges camouflés a donc été un critère prédominant. Il s'en est suivi la rédaction du protocole de pose des pièges photographiques ainsi que reprendre celui d'étalonnage des appareils fait précédemment (*Annexe : figure IV.4*). Avant d'aller sur un terrain, les boîtiers de protection des pièges ont été camouflés. Pour la majorité d'entre eux, ils ont été végétalisés à l'aide de mousse et de feuilles. Une fois sur place, remettre des feuilles est parfois nécessaire pour qu'ils se fondent au mieux dans le décor (*Annexe : figure IV.5*). Les pièges sont après posés (*Annexe : figure IV.6*).

Une fois cette phase de terrain réalisée, nous avons tenté d'étudier les données de l'année précédente. Bien que le nombre de répliques ne soit pas très grand, nous espérions obtenir des réponses à l'aide de ces résultats. Après plusieurs tentatives, aucune des données n'est finalement exploitable statistiquement. En effet le nombre de répliques est trop faible, appuyant la nécessité de refaire une campagne de pièges photographiques.

Toutefois, des observations sont faites. À partir d'un certain seuil, il n'était en effet plus possible d'observer lors de nos suivis des ongulés passer. Un ouvrage de type buse ne verra que très rarement des chevreuils traversés. En effet, d'après les données il semblerait que les sangliers soient moins exigeants avec des franchissements sur des ouvrages plus petits.

Les ouvrages trop fréquentés par l'homme ou avec trop d'urbain ne sont pas empruntés par la faune. Nos observations permettent d'appuyer les mesures écologiques citées plus haut.

E / Des mesures discutables

Il advient de se questionner sur l'efficacité des mesures citées précédemment, mais avant, il est nécessaire de s'interroger sur la méthode des pièges photos utilisés pour avoir des données supplémentaires.

En termes de suivi, les pièges photos sont des outils très intéressants. Ils nous permettent de quantifier la présence de la faune et d'observer les comportements. En revanche, elle détermine un seuil minimal sans nous informer sur la population exacte.

Par ailleurs, il faut mettre en avant qu'il existe un compromis entre l'endroit optimal de pose pour observer les animaux et celui le moins visible pour limiter les vols. Ce facteur peut constituer un biais puisque certains animaux seront moins visibles ou manqués possiblement par ce compromis. De plus, les cacher signifie souvent les fondre dans le décor et avoir par ce fait des végétaux devant, ce qui peut causer des déclenchements intempestifs. De même, les végétaux peuvent altérer la reconnaissance des animaux en gênant la caméra. Le passage d'un animal est donc parfois incertain (2).

Le vandalisme est le gros fléau de ces outils. En effet, ces appareils ont une valeur financière élevée, ce qui accentue les vols malgré nos efforts pour les cacher et ajouter des cadenas et câbles anti-vol. Nous avons, de plus, tenté de limiter les vols en informant au maximum les adhérents de la fédération. Cette prévention est à double tranchant, nous informons de l'étude en cours ce qui peut avoir l'effet inverse que celui escompté. Pour limiter cela, nous n'avons pas divulgué les positions exactes ni sur quelles autoroutes étaient réalisés les suivis. Une autre limite est visible avec les appareils. C'est un matériel qui est positionné dehors, en proie aux aléas climatiques (pluie, soleil, etc). Il arrive fréquemment qu'avec le temps l'appareil devienne défectueux. Parfois, il ne prend plus de vidéos, les paramètres d'heure et date ne se rentrent plus ou encore les cartes SD ne fonctionnent plus (à cause de la chaleur certainement).

Dans un autre temps, il faut ajouter la contrainte de temps que cela implique. Nous allons chaque semaine changer les cartes mémoires (ou carte SD). Il serait possible d'espacer de 2 semaines, mais cela reviendrait à laisser les pièges plus longtemps, risquant d'augmenter la perte de données (en cas de vol, de carte pleine ou encore de batterie vide). En plus de cela, le traitement des données est long et fastidieux (foisonnement du nombre de clichés) (2). Il est possible d'estimer entre 1 et 2 journées pour un total d'en moyenne 5000 images et vidéos par semaine pour 12 appareils. Nous avons tenté d'utiliser le logiciel deep faune créé par le CNRS pour régler ce problème. En effet, il est créé dans le but d'aider dans le tri des photographies en reconnaissant la présence d'animaux sur celles-ci et en indiquant le nom. Malheureusement, il semble trop incertain avec nos données et il ne prend pas en charge les formats vidéos ce qui nous a fait revenir à un traitement manuel.

Durant ce traitement, nous notons la fréquentation humaine de nos ouvrages. Poser les pièges et s'y rendre chaque semaine revient à augmenter cette fréquentation (qui n'est pas prise en compte dans les données). De même, cela revient à perturber l'environnement de manière olfactive en y ajoutant de nouvelles odeurs. On observe sur un de nos ouvrages un chevreuil adulte sentant le piège à plusieurs reprises. Il est fort possible qu'en plus de la curiosité de l'animal pour l'appareil, il est senti une odeur humaine déposée avec le piège.

Après s'être interrogé sur les suivis photographiques, il advient de se questionner sur le fonctionnement des mesures mentionnées lors des requalifications déjà initiées. Quasiment aucune des mesures proposées ne possède des preuves concrètes de leur fonctionnement. C'est donc une liste de mesure hypothétique qui est réalisée dont l'efficacité de chacune est potentiellement à remettre en question.

Au sujet des banquettes en herbe, les largeurs ne sont pas renseignées dans les documents d'études que nous avons à notre disposition. Dans les différents cas, la présence de la grande faune après requalification n'est pas avérée partout. Dans certains cas, seuls de la moyenne faune (renard, blaireau, genette, etc.) est visible et sur d'autres aucune présence n'est recensée. Certaines des photographies publiées montrent la faune sur la route et non sur les bandes aménagées. Il est alors possible de se questionner sur les largeurs minimales nécessaires pour que la grande faune ou la faune en général puisse transiter dessus. Dans tous les cas, un minimum de 3.50 mètres de largeur de bande roulante est obligatoire pour les routes dans les textes de loi concernant la voirie (5). Les banquettes seront ainsi de largeurs variables dans les projets selon l'espace disponible.

Les suivis sont trop peu réalisés, et quand ceux-ci sont mis en place avec des pièges photographiques il y a parfois aucune mention de la durée. Il est possible de se questionner; est-elle suffisante pour considérer que l'augmentation est significative ? En effet, il faut considérer que la période d'adaptation moyenne nécessaire pour que cette faune perde sa répulsion vis-à-vis des ouvrages, il est possible de compter environ 6 mois pour le chevreuil et, pour les autres espèces d'ongulés, 2 à 3 ans (Olbrich 1984).

Au niveau de la plantation de haie, il faut se questionner sur l'efficacité propre de cette mesure sur le franchissement de la faune au niveau de l'ouvrage. En effet, les améliorations ne peuvent être visibles que des années plus tard. Malgré cela, la plantation est généralement bénéfique pour le sol et la biodiversité en général. Dans un autre temps, il faut ajouter que la plantation dépend entièrement de l'approbation des propriétaires des parcelles près de la zone de projet. Même si cette mesure pouvait être quantifiée, la mise en place de celle-ci sera toujours très aléatoire.

Même si l'effet positif du déplacement des clôtures et la libération de dépendances vertes fonctionnelle est affirmé comme bénéfique, il n'en demeure pas moins que cette mesure est très complexe. Aujourd'hui, la majorité des clôtures est placée sur la délimitation du domaine public autoroutier concédé (DPAC). Elle englobe parfois des parcelles et crée ainsi parfois des enclaves où la faune se piège lorsqu'elle arrive à passer et peut accéder à l'autoroute. Malgré cela, le déplacement n'est pas aisé et est soumis à des réglementations. Il faut un minimum de 7 à 10 m de chaque côté de l'autoroute pour des questions de sécurité et cette distance n'est parfois pas accessible puisque des talus sont présents ou des bosquets ont poussé. D'autre part, il faut aborder la question financière, un déplacement de clôture n'est pas sans coût. Il est estimé à environ 40€ le mètre linéaire pour un déplacement de clôture hors taxe avec la main d'œuvre. Pour appuyer avec un exemple concret, il a été vu lors des requalifications réalisées dans le 82 que le déplacement des clôtures n'était pas si simple malgré que ces mesures soient financées intégralement par la FDC.

Tous ces éléments mettent en exergue que le déplacement de clôture doit être abordée en amont du projet avec les gestionnaires concernés. Demander un déplacement sera possiblement plus simple lorsque la clôture est ancienne et doit être rénovée ou refaite. Malheureusement, il nous est spécifié par le gestionnaire ASF VINCI qu'aucune cartographie des clôtures avec leur ancienneté n'est pas existante ou n'est peut-être simplement pas accessible pour des personnes extérieures à la société gestionnaire.

Autre que les mesures à mettre en place, il est nécessaire d'évoquer les limites de la remise en transparence. La requalification d'ouvrages permet hypothétiquement d'améliorer les continuités écologiques et par logique d'augmenter le nombre de passages. Le choix de localisation doit donc être judicieux et calculé puisqu'il peut être source d'augmentation du risque de collisions sur des routes adjacentes la zone de requalification. Il faut ainsi bien analyser un plus large périmètre pour voir si un tel risque n'est pas encouru. (*source : entretien sociologique, Bureau d'Étude Ecotone*)

D'autre part, en termes de risques, il existe aussi celui de créer des couloirs de déplacements pour des espèces exotiques envahissantes (EEE). Cette thématique est traitée lors de la stratégie régionale relative aux EEE faunes d'Occitanie par le conservatoire des espaces naturels d'Occitanie (CEN) et devra être prise en compte (6). La sollicitation des chargés de

mission relative à cette problématique serait peut-être une idée pour définir une cartographie est enjeux par secteur.

Dernièrement, un autre impact se dessine, celui des risques de dégâts agricoles (sanglier ou autres). Mentionné à de nombreuses reprises dans les entretiens sociologiques et dans le retour d'expériences du 82, cette peur est bien présente notamment chez les agriculteurs. Pour le moment, il n'est pas prouvé statistiquement que les requalifications augmentent les dégâts. Toutefois, ces données devront être suivies de très près pour affirmer qu'aucune répercussion n'est présente.

E/ Des perspectives d'améliorations

Il convient dans un autre temps de discuter des perspectives d'améliorations possibles sur les mesures conseillées précédemment. Dans un premier temps, nous évoquerons la question des suivis fait par pièges photographiques avant de discuter des autres mesures écologiques.

Après analyse de la méthode de suivi par pièges photographiques, il est possible d'assurer qu'elle est très bénéfique pour réaliser les observations, mais que malheureusement, de nombreux points négatifs sont présents. Pour résoudre la problématique de temps de terrain ainsi que de fréquentation humaine, il serait possible de changer de modèle d'appareil photo en prenant des appareils connectés à l'aide d'une carte SIM qui transmettent en direct les données. De ce fait, il serait utile d'aller sur le terrain seulement pour changer les batteries. De surcroît, il permettrait peut-être de lutter contre le vandalisme puisque les données sont envoyées en temps réel, le voleur sera donc pris en photo. Il faut aussi noter que ces appareils sont bien plus onéreux que ceux que nous utilisons (valant déjà plus de 600 € par piège) et que l'achat d'un forfait internet avec une carte SIM est nécessaire. Malheureusement, avec de tels appareils, il pourrait ainsi y avoir l'effet inverse en termes de vol, en augmentant le prix, on pourrait augmenter l'attractivité des pièges. Concernant le traitement des données, le logiciel deep faune aura sûrement des mises à jour et il sera affiné avec le temps ce qui permettra certainement de l'utiliser d'ici à quelque temps.

Une autre des problématiques inhérentes aux pièges photographiques infrarouge est sa capacité réduite à observer des corps froids mais aussi de ne pas tout capturer (des manquements parfois sur de la moyenne faune trop rapide) (7). D'autre part, quand nous nous déplaçons sur le terrain il est possible de voir grâce à des empreintes et des coulées (chemin forestier tracés par les passages répétés de la faune) que l'ouvrage est traversé, mais aucune donnée photographique ne l'atteste. Le piège nous permet donc de définir un seuil minimal de fréquentation et non la fréquentation réelle. Cette affirmation amène à proposer des mesures de quantification de cette faune manquée. Il serait possible de poser deux appareils sur un même ouvrage. Un avec une sensibilité en mode détection de mouvement et un autre avec le mode déclenchement par minute. La comparaison des deux résultats permettrait de définir un taux d'erreur des appareils infrarouge. Il faudrait bien régler les appareils pour voir la faune moyenne ou grande qui est parfois rapide. Malgré la pertinence de ce résultat, ce test sera long et fastidieux au vu de la quantité des photos qui devront être traitées. De plus, un échantillonnage durant les différentes saisons serait le plus approprié.

Une autre solution serait de coupler un suivi d'empreinte à un suivi photographique. Ce suivi ne permettrait pas de quantifier la quantité d'animaux traversant les ouvrages mais serait utile pour observer si de la faune utilise les ouvrages. Il pourrait renseigner les types d'espèces mais aussi sur la régularité si le bac à empreinte est remis "à blanc" toute les semaines. Cela

permettrait à moindre coût de voir si des passages sont effectués en plus de la donnée obtenue par les pièges photographiques (7).

Par ailleurs, dans l'optique de pouvoir traiter les données avec des études plus poussées, il faudrait que les protocoles de suivis d'étude soient bien définis et uniformes sur l'ensemble du territoire. En effet, les variations de suivi en termes de temps, matériel, etc conduisent à des biais d'échantillonnages rendant les données encore moins exploitables.

De surcroît, il serait bénéfique de centraliser les retours sur expériences. Posséder une base de données des résultats obtenues au niveau national permettrait d'augmenter le nombre de répliques. Cela rendrait certainement possible de tester les différents paramètres choisis lors des projets. Cette dernière affirmation est tout de même complexe, le passage n'est sûrement pas dû à un paramètre, mais plutôt à un ensemble.

En complément des données de suivi, il serait potentiellement utile de regarder les variations de collision avant et après la requalification (2). Malgré le positionnement des grillages parallèles aux routes et voies ferrées, il arrive que des animaux passent et soient percutés. Quantifier cette donnée, mais surtout celle des routes à proximité, pourrait être intéressant (Dumont A.-G, 2000). Il faut noter que si cette solution est choisie, le résultat devra être pris avec un grand recul. En effet, nous ne saurons pas si la requalification est la seule cause de cette modification. De plus, l'intensité du trafic étant corrélée au risque de collision, il faudra nuancer aussi les résultats obtenus avec cette affirmation (Bertouille 2021). Il sera nécessaire de considérer que le recensement des collisions est variable d'une zone à l'autre puisqu'il dépend de la pression d'observation.

Cette partie de réflexion amène à affirmer que les mesures écologiques prises sont encore en phase de test. Le manque de retour d'expérience est encore présent et ne permet pas de dire si les propositions fonctionnent ou non. Des limites inhérentes aux mesures mais aussi à la méthodologie de suivi sont bien présentes.

Après avoir étudié la partie des aménagements écologiques, il convient de s'intéresser à un autre versant; la dimension sociale. Souvent omise, cette dimension est pourtant indispensable pour mener à bien des projets.

V/ Une requalification d'ouvrage est-elle socialement acceptable ?

L'étude sociale des projets est de plus en plus courante. Elle permet d'avoir une dimension d'ensemble du projet et de connaître les freins ou complexités que peut rencontrer celui-ci. A plus large échelle, elle permet parfois de définir des préconisations et ainsi améliorer l'efficacité des projets de requalifications.

A/ Une étude sociale nécessaire

Des requalifications ont déjà été initiées sur quelques territoires. Dans le cas du projet qualifié de "test" dans le Tarn-et-Garonne (mené par la FDC 82), il est ressorti quelques difficultés dans la mise en place de ce projet. En effet, les acteurs du projet possèdent tous des points

de vues totalement différents en fonction de leurs structures de travail, mais aussi de leur conditionnement personnel. Il en découle que l'acceptation d'un tel projet diffère, elle aussi, en fonction de l'interlocuteur. Cette donnée, encore peu prise en compte, est pourtant nécessaire pour amener un projet à sa réalisation. Il est donc très intéressant de réaliser un état des lieux et de connaître les différents points de vue des différents acteurs des territoires sur ce sujet pour mieux les appréhender par la suite.

Le volet technique et celui de l'acceptation sociale sont deux choses très différentes dans un projet, mais nécessaire à traiter conjointement pour obtenir une vision globale. Dans ce sens, il a ainsi fallu se demander si les initiatives de requalification pouvaient être ou étaient déjà approuvées au niveau des acteurs. L'acceptation passe dans un premier temps par leurs perceptions, leurs croyances, leurs peurs ou craintes ; il fallait en conséquence savoir si ces personnes voyaient une utilité, un bénéfice ou non en un tel projet. Par la suite, dans tous les projets, il existe des "défavorisés" ou "exclus" mais aussi des effets négatifs ; il fallait impérativement les identifier et comprendre leur position. D'autre part, trouver des financements est souvent ressenti comme complexe dans l'écologie en général, il était donc nécessaire de s'interroger sur ce versant (A. Ducastel, 2020).

L'ensemble de ces interrogations permettrait certainement de définir des points clefs et de mieux comprendre le projet dans sa globalité et les répercussions attenantes. Idéalement, des préconisations et leviers d'actions pourront aussi être mis en exergue.

Dans un dernier temps, nous nous sommes interrogés sur leur perception au niveau de la méthodologie créée précédemment. Va-t-elle avoir des intérêts pour convaincre les acteurs de la pertinence des projets de requalification écologique sur des ouvrages d'arts déjà existants ?

B/ Les entretiens semi-directifs, un moyen d'étude qualitatif

Pour répondre à toutes ces interrogations, il a été choisi de réaliser des entretiens sociologiques. Notre volonté première était d'échanger sur les différents points de vue des acteurs qui pourraient être contactés dans le cadre d'un projet de remise en transparence écologique. L'enjeu est de connaître leur perception et d'en distinguer les craintes et leviers d'actions. Cette donnée permettra de faire un premier état des lieux, mais aussi de préparer au mieux les rencontres futures avec les différents acteurs.

Au vu du contexte, le choix s'est porté sur des entretiens semi-directifs, c'est-à-dire guidés, mais avec des questions ouvertes, laissant l'expression libre à l'interlocuteur. Cette méthode semble la plus judicieuse au vu de la problématique et permet de rendre compte des positions et avis de chaque interlocuteur. Il s'agira donc d'un nombre d'enquêté limité, mais avec une analyse plus approfondie et qualitative. L'échelle utilisée pour cette étude est régionale. Les structures sollicitées auront elles des échelles d'actions possiblement plus restreintes. En revanche, elles possèdent quasiment toutes les connaissances du projet Via Fauna (partielle ou complète). En effet, leur expliquer le projet en amont de l'entretien serait assez complexe pour obtenir des réponses et constituerait un biais. Le sous-échantillon choisi dans cette étude n'est pas représentatif de toute la diversité existante. En effet, certains acteurs ne pourront pas être rencontrés pour des raisons politiques et afin de limiter tous litiges. Cela constitue donc un biais dans l'analyse future des entretiens et devra être pris en compte lors des préconisations. En concertation avec ma structure d'accueil, une liste d'interlocuteurs a été dressée. Au total, 15 personnes ont été contactées et 13 ont répondu positivement à cette demande. (*Annexe : Tableau V.1*)

Après avoir défini le périmètre de l'étude et l'échantillon, il convient de s'interroger sur les moyens à utiliser. Il faut déterminer une durée ainsi que les sujets à aborder. Étant donné l'avancée du stage et la période estivale approchant, le choix a été de réaliser des entretiens de 30 à 40 minutes en visioconférence ou par téléphone pour maximiser les chances d'obtenir un rendez-vous.

Pour répondre à toutes les interrogations, un guide d'entretien a été construit (*Annexe : Document V.2*) Méthodologiquement, il est construit à l'aide de l'analyse du SWOT (strengths, weaknesses, opportunities et threats) du projet et les 7 piliers d'analyse sociologique pour avoir une vision d'ensemble (écologique, technique, économique, juridique, idéologique, politique et social)(*Annexe : Tableau V.3*). Après avoir défini les points à aborder, ceux-ci ont été modelés en questions ouvertes et agencés de manière logique et fluide pour mener les entretiens.

Dans un dernier temps, il faut spécifier qu'une analyse de ces entretiens sera faite pour répondre le plus judicieusement à la problématique. Le but étant de déduire les freins et leviers d'actions ou conseils à mettre en œuvre pour aider la FRCO à avoir tous les éléments en mains.

C/ Une très grande diversité de point de vue

Dans un premier temps, une analyse du projet sera faite suivi des quelques préconisations. Pour aider à cela, la création carte conceptuelle a permis d'analyser les entretiens et les points clefs. Une carte "mémo" d'analyse d'entretien a été réalisée pour aider dans la phase de pré-analyse. Une autre carte découlant de la première est aussi réalisée en support pour établir des préconisations. Ces deux représentations sont mises en annexes. (*Annexe : Document V.4*)

Les avis et les perceptions du projet étaient très différents entre chacun des interrogés, ce qui a été très bénéfique pour obtenir une vision d'ensemble du projet. Des convergences ont aussi été identifiées appuyant sur des points similaires. De l'analyse de ces données, des freins sont visibles et des leviers d'actions ont tenté d'être proposés. Nous ferons ici un résumé synthétique de ces deux parties. L'analyse plus détaillée, rendue pour la structure d'accueil, est placée en annexe (*Annexe : Document V.4*)

D'une manière générale, l'effet des ILT sur la biodiversité est connu par les interrogés. Avec des niveaux connaissances très différentes, remettre en transparence des ILT est tout de même évoqué comme nécessaire, appuyant d'une certaine manière la légitimité du projet Via Fauna. Les mesures écologiques prises durant un projet de requalification sont comprises et ne posent pas de très grosses problématiques tant qu'elles restent sur l'ouvrage. En revanche, dès qu'il est souhaité d'aménager les alentours, cela est plus complexe. Par exemple, la plantation de haie est une mesure écologique qui fait débat et qui peut être un frein au projet. Parfois mal perçue par certains agriculteurs, elle amènerait selon eux des nuisibles et augmenterait les dégâts sur les cultures(Bertouille 2021). Pour d'autres acteurs interrogés, ces plantations sont non nécessaires dans certains secteurs. Au vu de ces divergences, il faut être conscient que les mesures écologiques prises pour réaliser des requalifications ne sont pas toutes acceptées et pas toutes comprises. Dès la création du projet, il est nécessaire d'être conscient de ce déséquilibre et de prendre des mesures de prévention pour convaincre.

Par ailleurs, à travers les entretiens, une donnée paradoxale se dessine. Des acteurs se lancent dans des restaurations, très souvent de manière "seule" sans avoir de liens avec les autres projets. Tous affirment la même chose, il n'est pas possible d'avoir une preuve statistique du fonctionnement des mesures prises. Pourtant, lorsqu'on questionne sur comment elles sont prises, tous répondent "par retour sur expérience". Tous se calquent entre eux sans qu'aucune preuve soit présente. D'autre part, parfois les restaurations sont menées sans quantification préalable de la faune. Les suivis sont peu réalisés, avec un état initial souvent néglige. Cela par volonté ou causé par des vols d'appareil, mais ces variations rendent impossible toute quantification de l'amélioration. Ces points sont assurément un frein au projet.

D'autres freins et effets négatifs des requalifications sont identifiés lors de ces entretiens. Certains sont des craintes au niveau des espèces telle la divagation d'EEE et d'autres plus spécifiquement à des problèmes humains telle l'augmentation des dégâts agricoles (grande mais aussi petite faune). Des craintes de créer un risque de collision dans une autre zone sont présentes. De surcroît, une question de légitimité est souvent indirectement mentionnée ; celle de la faune cible. Les ongulés sont une faune mentionnée comme trop ciblée ou en augmentation par certains. L'ensemble de ces points créent des faiblesses au projet qui doivent être pris en compte.

Au vu de ces points, la localisation de l'ouvrage devra être choisie très méticuleusement. Cela en fonction de la faune présente pour ne pas engendrer de divagation non souhaitée mais aussi des environs de l'ouvrage. En effet, si des zones urbaines sont présentes cela pourrait causer des collisions. Par ailleurs, un ouvrage placé dans un environnement trop agricole pourrait causer des dégâts sur les cultures en rendant le transit de la faune aisée.

Des interrogations sont mentionnées concernant la mise en place du projet. Qui porte le projet ? Qui convier pour ce projet ? Quel rôle attribuer à quelle structure ? Ces questions reviennent souvent. En effet, partager les tâches du projet entre chaque acteur et le coordonner pose de nombreuses questions. La déconnexion des différents services qui sont présents lors de ces projets est un point faible qui demande une très grande coordination.

Par ailleurs, toutes les structures interrogées souhaitent être conviées. S'il est réalisé de manière "politiquement correcte", ce projet devrait inviter toutes les personnes ayant un intérêt ou un lien dans le projet de près ou de loin. Or, plus le comité est large, plus la mise en place du projet est perçue comme longue, c'est pourquoi il est évoqué qu'un cercle plus restreint serait judicieux. Les locaux (propriétaire, riverains, agriculteurs, etc) ne figurent pas à chaque fois comme des personnes à convier. Des divergences peuvent éclater lors de réunions. En effet, ne considérant pas tous les acteurs du projet comme concernés, les tensions peuvent monter plus rapidement. D'autre part, les personnes non invitées peuvent se sentir exclues et freiner le projet. Une très grande attention sur la liste des personnes sollicitées doit être faite. Plus rarement, un référent technique est mentionné comme nécessaire pour assister et guider le projet.

D'autres répercussions sont évoquées, mais cette fois-ci concernant le projet en lui-même. Dans un premier temps, la faisabilité technique ainsi que des questions de sécurité émergent. Les ouvrages ne sont pas dimensionnés pour un usage faunistique, ce qui interroge parfois sur les possibilités (en termes de portance, durabilité, etc) à les requalifier et le coût de ces

mesures. Touchant à des questions en génie civil, il est nécessaire d'avoir des notions, surtout pour le porteur de projet. Cela questionne les interrogés sur les possibilités de gestion de ces dossiers. De surcroît, il est aussi mentionné que les ouvrages requalifier ne doivent pas perdre leur fonction première. Un autre frein est possible, celui de l'obtention de toutes les autorisations nécessaires. Ce côté administratif peut mettre un temps considérable et demande encore des connaissances en voirie et réglementation.

Continuant notre étude, nous traitons ici la partie des financements. Trouver des fonds de financement est assez complexe, dépendant beaucoup des politiques actuelles. Pour certains financeurs, le gain doit être supérieur au coût et le projet doit être le moins cher possible, parfois quitte à réduire les mesures écologiques. Il en découle une balance entre tarif et mesure à mettre en place. De plus, le manque de retour sur expérience et de preuves du fonctionnement des requalifications est un frein déterminant dans le projet, mais aussi dans la recherche de financement.

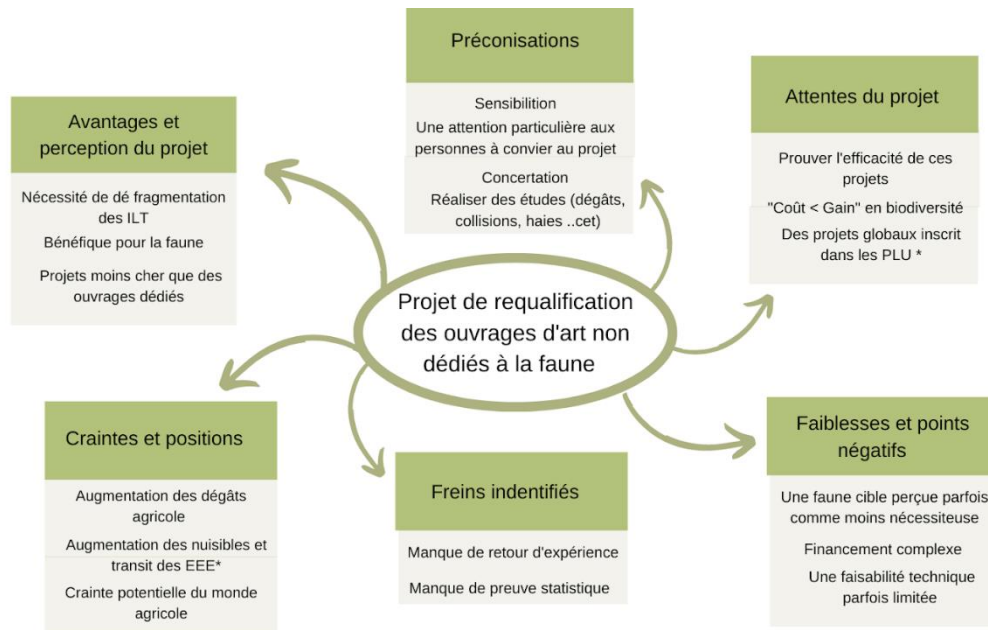
Les attentes des acteurs sont majoritairement une preuve du fonctionnement des requalifications, que le gain justifie le coût. Ils attendent des retours probants de ces projets. Cela par une augmentation des passages de faune visible lors des suivis, mais aussi possiblement par une diminution des collisions aux alentours. Or, le manque de possibilité d'obtenir ces résultats freine l'essor du projet. Cela laisse aussi les acteurs sur leur réserve, freinant certainement le soutien à reproduire ces requalifications.

En réponse à ces problématiques, des préconisations sont mentionnées dans le document annexe. Ces éléments sont majoritairement évoqués par les personnes interrogées; le reste découle de l'analyse des entretiens.

Pour résumer, des préconisations ont été mentionnées concernant les mesures écologiques à réaliser lors des requalifications. Pour les renforcer, des études annexes seraient possibles. La création de partenariat notamment dans les efforts de plantation de haies ou de conservation de forêt ou milieu semi-ouvert pourrait aider à favoriser la faune.

Avant la mise en place du projet, une compréhension du contexte locale serait nécessaire. Concernant la gestion du projet, une liste bien réfléchie des personnes à convier lors du projet devrait être bien établie. En complément, les mesures de concertation et de sensibilisation devraient être renforcées avec les acteurs locaux. Cela permettrait de communiquer sur le dispositif, ainsi que de répondre aux interrogations. En soutien, convier des personnes référentes dans un domaine du projet telle la chambre d'agriculture pourrait rassurer les propriétaires. Quoi qu'il en soit, les retours sur expérience seraient aussi nécessaires pour affirmer l'efficacité des requalifications.

Cela amène à dire qu'il n'est pas possible de conclure de manière générale si des projets de requalification sont acceptés. En effet, le contexte local est un facteur déterminant et l'on peut simplement dire que mener des requalifications est très complexe. Le manque de retour sur expérience empêche de connaître réellement toutes les difficultés possibles dans ces projets, mais aussi de prouver le fonctionnement de ceux-ci. Un schéma (*Figure V.6*) résumé de l'étude est placé ci-contre.



EEE*= Espèces Exotiques Envahissantes

PLU*= Plan Locaux d'Urbanisme

Figure V.6 : Schéma récapitulatif des points clés de l'analyse des entretiens sociologiques

D/ Les entretiens réalisés sont-ils suffisants ?

Il convient par la suite de discuter de l'apport des entretiens pour répondre à la problématique fixée et de leurs limites. Il est complexe de définir si les entretiens menés révèlent la totalité des problématiques. D'une part puisque le nombre d'acteurs interrogés est limité et non représentatif de l'ensemble de la population étudié, mais d'autre part parce qu'il y a possiblement des "non dits"(Pinson et Sala Pala 2007). Par ailleurs, les questions ne sont pas diffusées en amont de l'entretien pour une question d'uniformité de la méthodologie, ce qui peut amener à des oublis, des sujets dont l'interrogé ne pense pas sur l'instant. Tout de même, un bon nombre de problématiques et questionnements sont déjà recensés, ce qui permet d'avoir un premier état des lieux. Des convergences sont visibles entre les entretiens, mettant en exergue un sentiment parfois partagé.

Pour débiter, de nombreuses interrogations ont pu trouver des réponses. Cela a permis d'identifier des doutes chez des acteurs du projet concernant l'efficacité écologique du projet. N'ayant pas de retour exploitable statistiquement, il est donc difficile pour eux d'avoir une position. Des craintes sont présentes et identifiées tel le potentiel impact des ongulés sur les cultures. Pour répondre à cela, des mesures d'étude et de sensibilisation seront nécessaires pour les dissiper. Des acteurs ont pu être identifiés comme "exclus ou défavorisés" tel les agriculteurs et une réflexion doit être menée pour améliorer cela.

Des préconisations ont été émises au vu des retours d'expérience permettant ainsi d'éviter quelques éléments bloquants. Dans un autre temps, les entretiens ne nous ont pas permis de trouver des financements, mais nous ont donné l'occasion d'avoir des hypothèses qui devront être approfondies. Ajouté à cela, la partie financière sera un point très présent dans les mesures choisies et sur le choix de l'ouvrage.

Pour terminer, le point de vue des acteurs sur la méthodologie de priorisation que nous développons (partie III) nous confirme que cet élément est perçu comme nécessaire. En revanche, il reste un outil complémentaire au terrain et à d'autres études.

E/ Des améliorations possibles

En termes de méthodologie, il est possible d'améliorer le processus choisi lors du stage. En effet, des entretiens plus approfondis pourraient potentiellement être réalisés. En plus de la durée, il faudrait les réaliser en plus grand nombre pour que les données soient exploitables scientifiquement.

D'autre part, il serait préférable que les acteurs soient choisis au hasard et non par les contacts déjà présents au sein du projet. Après analyse de toutes les parties prenantes d'un tel projet, il faudrait interroger toutes les catégories d'acteurs équitablement pour être précis. Interroger des personnes qui ne connaissent pas le projet et voir leur réaction peut être aussi un angle d'étude à prendre. Idéalement, mixer des entretiens quantitatifs avec ceux qualitatifs, serait recommandé. En effet cela permettrait d'avoir des retours sous forme de questionnaires et d'autres avec des récits plus longs. Par ailleurs, les acteurs ici rencontrés sont majoritairement des chasseurs, ou ayant une connaissance du monde de la chasse. Rencontrés des personnes totalement extérieures à ce monde pourrait amener à d'autres perceptions et par la même occasion réduire les préjugés sur les chasseurs. Au niveau de l'analyse, il serait possible de réaliser d'autres méthodes.

VI/ Réflexion, un tel projet est-il pertinent et efficace ?

A/ Définir l'efficacité et la pertinence d'un projet, des mesures souvent requises

Les initiatives de requalification sont peu nombreuses et assez éparpillées sur le territoire français. Deux ont été réalisées dans le cadre du projet Via Fauna sur le département du Tarn-et-Garonne, mais d'autres ont également été réalisées lors d'initiatives ponctuelles ou dans le cadre de projets. C'est le cas dans l'Isère, des requalifications d'ouvrages supérieurs et inférieurs en passage à faune mixtes ont été menées avec le projet "couloir de vie". Plus à l'est, l'agglomération de Saint Etienne a entrepris une remise en transparence d'un passage inférieur.

Même si cette thématique connaît un petit essor ces dernières années, l'efficacité de ces projets n'est encore pas prouvée statistiquement. Il n'en demeure pas moins que le besoin d'obtenir ce retour est très présent. Pour tenter de répondre à ce problème, nous tentons dans un premier temps de nous questionner sur le pourquoi quantifier l'efficacité d'un tel projet. Souvent lié à cela, nous nous interrogeons sur la pertinence de celui-ci.

Par la suite, il semble judicieux de tenter de peser les éléments positifs et négatifs induits par un projet de requalification dans son ensemble ; sujet qui a été peu abordé précédemment. Dans un autre temps, nous tenterons de déterminer si la requalification d'ouvrage existant est efficace ou du moins si des éléments majeurs diffèrent réellement d'un ouvrage dédié.

Dans un premier temps, il faut mentionner que de nombreux projets sont financés par des fonds publics ; Via Fauna inclu. Dans ces cas-là, il est obligatoire de justifier de l'utilisation des fonds mobilisés. Cette mesure est souvent soutenue par des évaluations définies dès le montage du dossier. La pertinence et l'efficacité du projet sont de ce fait des moyens de légitimer et justifier des mesures prises. La cohérence est un autre facteur aussi demandé, mais elle ne sera pas traitée ici puisque nous étudions les projets de requalifications en général et non un cas particulier.

B/ Application à notre cas d'étude, efficacité et pertinence d'une remise en transparence écologique d'ouvrages d'art déjà existants

Dans un autre temps, l'efficacité d'un projet est sa capacité à parvenir à ses fins, à ses objectifs. Très souvent dans la gestion de projet, les critères et des indicateurs sont définis dès le montage de dossier pour pouvoir quantifier l'efficacité (AMSALLEM, TONNEAU, et CHAURAND 2018). De manière générale, le manque de données des requalifications rend impossible quantitativement d'évaluer l'efficacité (mesure d'évaluation pourtant courante)(Olbrich 1984). Toutefois, le besoin de savoir si le projet est "rentable" est présent. Très fréquemment, nous sommes face à des acteurs qui ont des moyens financiers limités et qui attendent des retours efficaces lorsqu'ils investissent. C'est d'ailleurs un des questionnements qui est ressorti des entretiens. D'après les données d'Isère (3), il semblerait que la requalification d'ouvrage fonctionne dans certains cas. Ils permettent à de nombreux animaux de franchir les infrastructures de transport sans danger.

Mais dans la majorité des observations, il s'avère que cette augmentation est réalisée sur des buses et de surcroît, sur de la faune moyenne (blaireau, renard..etc). Bien que très intéressantes, ces informations ne prouvent donc pas que des ongulés traversent. De plus, certains des retours d'expérience sur des ouvrages supérieurs ne montrent pas d'augmentation de circulation de la grande faune, maintenant une interrogation sur l'efficacité des mesures écologiques, mais aussi sur l'ensemble du projet de requalification.

La pertinence traduit l'adéquation d'un projet aux enjeux qui lui sont définis. Cette donnée peut s'évaluer à plusieurs échelles(AMSALLEM, TONNEAU, et CHAURAND 2018). D'une manière large et générale, il ne fait pas de doutes quant à la concordance du projet de remise en transparence écologique d'ouvrage d'art déjà existant face aux questionnements écologiques actuels. La fragmentation des espaces est d'ailleurs évoquée comme l'une des causes majeures de perte de la biodiversité (A . Poiret, 2021). La région Occitanie, par son dense réseau routier, détient donc un impact non négligeable. Lié à cela, les collisions routières sont assez fréquentes, appuyant un besoin de transit de la faune. À cet égard, la FRCO a créé un outil participatif pour recenser les collisions routières (Vigifaune). Après étude, ces données peuvent mettre en exergue des zones qualifiées de " points noirs" en termes de collisions mais nous traitons ici d'ouvrages grillagés ce qui ne correspond pas totalement à notre sujet d'étude.

À une échelle plus petite, il est judicieux de se questionner sur la pertinence d'une étude pour favoriser le passage d'ongulés. Mentionnée comme faune commune, elle est très présente sur le territoire et en augmentation constante (9). Cette affirmation a été spécifiée plusieurs fois lors des entretiens sociologiques, marquant certainement un questionnement de légitimité à étudier ces populations précisément. Énoncer que de telles restaurations seraient bénéfiques

à un plus grand nombre d'espèces comme des espèces protégées permettrait assurément de renforcer cette pertinence.

C/ Connaître l'efficacité de ce projet, une affirmation complexe à obtenir

Comme autre solution, il convient de comparer les données qualitatives en notre possession, soit les effets positifs et ceux négatifs de ces projets, pour tenter de dégager une conclusion.

Comme cité lors des entretiens, la requalification paraît parfois le seul moyen envisageable de remettre en transparence par son prix raisonnable et la complexité de mettre en place des ouvrages dédiés sur des linéaires existants. Malheureusement, le manque de recul possible pour le moment ne permet pas de se positionner sur l'efficacité de tels projets. Il est ainsi primordial d'essayer de quantifier à différentes échelles si réaliser une requalification est utile. Il est aussi nécessaire de quantifier cette donnée à travers le temps pour prendre en compte les effets d'habituations que peuvent avoir la faune mais aussi l'effet que pourrait amener les haies. En effet, la plantation n'est pas totalement fonctionnelle dans ces premières années. Il faut ajouter que l'apport de végétaux ou autres mesures écologiques a de nombreux bénéfices pour la biodiversité.

Malheureusement, les temps de suivis sont parfois trop courts ou pas évoqués dans les retours d'expérience, ce qui empêche de prouver le fonctionnement des mesures. Par ailleurs, il est estimé entre 6 mois et 3 ans nécessaires afin que la faune sauvage prenne des nouvelles habitudes (Olbrich 1984) ; valeur qui doit être prise en compte lors de la réalisation des protocoles de suivi.

Pour donner une idée du potentiel de ces requalifications, l'année précédente, nous avons pu observer que 10 ouvrages non dédiés pouvaient avoir un bénéfice égal à un ouvrage dédié. En sommant la fréquentation des 10 passages existants il a pu être mis en avant que ce résultat était quasi similaire à celui d'un écopont (étudié lui aussi).

Au niveau politique, les projets de requalification amènent à prendre en compte les corridors et tentent de réduire l'effet fragmentant des ILT. L'aspect technique possède lui aussi des points positifs. Puisque la structure des ouvrages n'est pas modifiable, il est possible de réaliser que des petits d'aménagement sans y toucher. Le gain de temps lors des travaux est donc grand. De plus, l'impact sur la circulation routière est peu contrainte, n'impactant que peu les usagers.

Pour l'aspect financier, ces projets sont assurément moins chers que des ouvrages dédiés, même si des variations existent en fonction du type d'ouvrage requalifié.

Souvent abordée dans les entretiens sociologiques, la requalification d'ouvrages peut hypothétiquement réduire le nombre de collisions, ce qui serait bénéfique pour la sécurité routière. En regardant la bibliographie des ouvrages dédiés, on peut voir qu'il est montré que les passages inférieurs dédiés ont réduit, mais n'ont pas complètement éliminé, les effets négatifs d'une route (van der Ree et al. 2009). Il est possible de supposer que le résultat sera similaire pour des ouvrages non dédiés.

Malgré de nombreux points positifs en faveur de la remise en transparence, il faut aussi s'intéresser aux effets négatifs pour avoir une vision d'ensemble. Ils sont parfois mentionnés

dans les entretiens, ce qui m'amène à tenter de prouver leur véracité par recherche bibliographique.

Les corridors écologiques peut être aussi un moyen d'accroître la dispersion d'espèces antagonistes comme des prédateurs espèces exotiques envahissantes ou des pathogènes(Beier et Noss 1998). Lors des entretiens cet effet semble bien présent dans les esprits. Certaines études vont même jusqu'à évoquer que les corridors ne favorisent pas l'invasion par des espèces exotiques et que l'effet reste seulement positif en termes de conservation des populations indigènes (cas de la flore dans cet article) (Damschen et al. 2006). Bien que peu d'études soient faites sur les ouvrages non dédiés, il est aisé de transposer les effets de reconnections des corridors écologiques avec celui des ouvrages dédiés.

De nombreuses études sont présentes sur l'effet des corridors, mais peu traitent des répercussions sur les populations de proies. Dans l'ensemble, il paraît y avoir peu de préoccupations et d'études selon lesquelles la construction et l'entretien de corridors d'habitat pourraient entraîner des conséquences négatives imprévues(Haddad et al. 2014). Par ailleurs, il est aussi mentionné une possibilité d'augmentation de la propagation de perturbations indésirables telles que les incendies, ou encore une augmentation de la synchronie des populations et ainsi réduire la persistance.

Un autre impact est mentionné couramment lors des entretiens, celui des dégâts sur l'agriculture. En effet, le maïs irrigué est un met de choix pour le sanglier et le cerf. Une des peurs évoquées par les acteurs du monde agricole est que la plantation de haies et la remise en transparence augmentent ces dégâts. D'après les associations planteuses, le lien n'est pas avéré ni observé durant leurs différents projets. Toutefois, l'on peut penser que remettre en transparence dans un secteur à maïs irrigué pourra avoir des impacts.

Toutes ces affirmations précédentes ne sont pas prouvées scientifiquement. Pourtant, elles sont très présentes dans les esprits des acteurs locaux.

Même si les requalifications semblent moins chères que pour des ouvrages dédiés, il n'en demeure pas moins que trouver du financement n'est pas simple. Le manque de preuve à l'efficacité de ces projets pourrait en être une des causes. D'autre part, les financements sont majoritairement tributaires des appels à projets ou plans de relance, définis par les politiques publiques. Les politiques étant variables, les financements ne sont pas forcément reconduits chaque année. Dans ce contexte, débloquer des fonds pour plusieurs projets peut paraître peu réalisable.

Autre que financier, socialement la mise en place de ces projets demande un travail considérable. Bien que le besoin de mettre des zones en transparence écologique soit mentionnée par les acteurs interrogés, leur vision sur comment mener cela diffèrent. Certains ne sont pas trop sensibles à cette thématique d'écologie. Ils ont peu d'idées sur l'apport que peut conférer ces projets et voient parfois l'aspect financier en priorité. De plus, les bénéfices propres des requalifications n'étant pas avérée, cela ne facilite pas l'acceptation et la mise en place de ces projets.

Suite à l'exposition des points majeurs, positifs ou négatifs, il est possible de tenter de trouver réponse à notre problématique. L'efficacité des projets de restauration ne peut être vérifiée que par des évaluations puisque les données sont trop peu présentes. Au vu de nos dires

précédents, ce n'est pas un projet simple à mettre en place socialement. Des peurs sont encore bien présentes et les données bibliographiques n'aident pas à obtenir une réponse tranchée. Le manque de retours ne permet pas non plus d'aider à répondre et cause même des questionnements sur le fonctionnement de ces projets.

C/ Des améliorations nécessaires pour attester de l'efficacité

Pour pouvoir répondre à notre problématique, des mesures sont nécessaires à initier. Récupérer des données de retour d'expérience est obligatoire pour pouvoir prouver l'efficacité de manière statistique. Il s'agit d'obtenir les données des autres projets de requalification au niveau national. Cela permettra de tenter de déterminer l'efficacité du projet, mais aussi des mesures écologiques prises. A ce titre, tenter de mesurer l'efficacité des haies pour conduire de la grande faune peut être judicieux.

L'efficacité de ces requalifications pourrait être évaluée par une étude sur la diminution des collisions (mesure déjà évoquée précédemment). Regarder le nombre de collisions sur 5 ans environ avant et après requalification pourrait être un autre moyen d'attester de l'efficacité des projets même si cela est très discutable en étant sur des zones grillagées.

Par ailleurs, il est nécessaire d'améliorer les suivis. Pour obtenir la preuve de l'efficacité des requalifications, il faut étudier avant et après travaux. La période devrait être au minimum de 1 an pour être efficace. En effet, cette durée permettrait d'observer tout le cycle biologique des espèces et ainsi couvrir des phases de dispersions.

Un autre volet plutôt social peut être abordé, celui de l'évolution de la perception des acteurs. L'efficacité de ce projet peut aussi se traduire par la sensibilisation et l'évolution de la pensée des acteurs des restaurations d'ouvrages d'art non dédiés mais aussi sur la prise en compte de la biodiversité. Pour mesurer cela, faire des entretiens avant et après projet pourrait montrer si la partie de sensibilisation est bénéfique et efficace.

Après avoir discuté sur l'efficacité de ce projet et les améliorations possibles, il convient de tenter de répondre à la problématique principale.

VII/ Conclusion générale et discussion

Comme démontré par le projet mené par la FDC 82, mené à bien ces projets est réalisable d'un point de vue technique. Le montage des dossiers, mais aussi la réalisation des travaux est possible. D'après nos études et la bibliographie, des animaux utilisent couramment les ouvrages d'arts non dédiés. Grâce à nos sorties terrains régulières nous sommes en mesure de connaître les éléments présents sur le territoire. Il en découle une capacité à lister les caractéristiques naturelles et les éléments paysagers qui semblent avoir un effet positif sur le franchissement. Pour autant, les mesures à prendre pour mettre en transparence ne sont pas prouvées statistiquement. L'efficacité du projet dans sa globalité n'est pas évaluable par manque de données. Il n'est ainsi pas possible de savoir si cela fonctionne réellement. Sans preuve, il est possible de qualifier les projets de requalification d'ambitieux.

Les ouvrages non dédiés sont présents tout le long des linéaires en grande quantité. Ces projets de requalifications ne manquent ainsi pas de "matière". Pour autant, l'identification d'ouvrage à fort besoin n'est, elle aussi, pas simple. Comme présenté précédemment, les

critères sont variables et très larges entre les différents milieux. Même si l'on identifie un endroit propice, cette méthode n'est pas parfaite. De surcroît, une étude de cas sera encore nécessaire pour approuver la localisation et contextualiser les enjeux du territoire.

Du côté sociologique, bien que de nombreux acteurs soulignent la nécessité de la prise en compte et de la restauration de la TVB, il en ressort une très grande complexité. La mise en place de tels projets est loin d'être simple, tiraillée entre de nombreuses craintes et freins. Mais pour autant, la remise en transparence des ILT est qualifiée de nécessaire dans quasiment tous les cas. Entretenu un par un, aucun acteur n'évoque être contre ces projets et seulement certains en évoquent la complexité. Pourtant, l'exemple des requalifications menées dans le 82 montrent que le sujet est très délicat avec de nombreux blocages.

Au vu du contexte actuel, ces projets semblent pertinents et sonnent comme une solution "à moindre coût" mais ils sont encore aujourd'hui trop peu certains. La démarche est en phase expérimentale sans de réelle preuve du fonctionnement. Si nous réfléchissons à une échelle plus globale, la réalisation de passages à faune et l'adaptation pour la faune de passages déjà existants, n'est qu'une partie de la solution face à l'artificialisation des terres agricoles et à la destruction des habitats écologiques. Les projets pour réduire la fragmentation sont encore peu nombreux. La réponse à la question de la fragmentation paysagère et écosystémique devra être globale pour être efficace. Il sera donc nécessaire d'y intégrer la protection d'ouvrages d'art existants, la création d'ouvrages dédiés et aussi la requalification d'ouvrages d'art non dédiés conjointement. Pour ce faire, les projets de requalification devraient être une partie de projets plus généraux comprenant toutes les autres possibilités d'aménagement répondant aux besoins écologiques du territoire. Pour aller plus loin, ces aménagements devraient être pris en compte bien en amont, dès les phases de réflexions des PLU.

VIII/ Discussion sur le stage

Dans cette partie, il sera question de donner un avis plus personnel sur le stage et l'apprentissage qu'il m'a fourni.

Dans un premier temps, ce stage m'a permis d'améliorer la gestion du temps et des priorités. En effet, les premières phases de mon stage ont pris plus de temps que prévu. Le projet initial était d'initier une autre restauration sur un autre ouvrage, mais par manque de subvention cela ne s'est avéré pas réalisable. Après cette nouvelle, il a donc fallu mener une nouvelle réflexion pour changer la thématique de stage. Celle-ci devait aider à améliorer les connaissances et la fonctionnalité du projet Via Fauna en restant proche de la thématique originelle. Ce travail, assez complexe, a causé aussi un retard dans le début de la campagne de pièges photographiques. Malgré la déception de ce changement, l'apport de cette nouvelle m'a permis de travailler sur l'adaptabilité. Beaucoup de temps a été pris lors du choix de la nouvelle zone d'études. Prendre des décisions est une chose qui est bien plus complexe qu'imaginée quand tous les facteurs ne sont pas bons.

Toujours dans la thématique de gestion du temps, j'ai pu être surprise de la lenteur que demandait récupération des données des pièges photographiques (changement des cartes SD et piles) et dans le traitement des photos. Estimant à 2 voir 2.5 jours par semaine ce travail, j'ai pu me rendre compte de ce qu'était le travail de technicien. Cela m'a été d'une grande aide

pour comprendre leur poste et les complexités qui y sont liées tels les aléas météorologiques. Cette sous-estimation de temps a été répercutée sur les autres missions qui m'étaient confiées, ce qui a nécessité de s'adapter par la suite.

Dans un autre temps, ce stage m'a permis de prendre conscience qu'il est très rare dans des projets que pouvoir faire ce que l'on souhaite, nous faisons plus ce que nous pouvons. Pour illustrer ces dires, je peux prendre l'exemple de la méthodologie. Nous souhaitions prendre une multitude de facteurs en compte pour être le plus précis possible ; or, cela n'est pas possible par manque de donnée. De surcroît, j'ai pris conscience que le partage des données est chose sensible et dépend de la politique de la structure. Cela met en exergue que parfois les données sont présentes, mais inaccessibles ou inexploitable. Apprendre à réagir dans le temps imparti pour obtenir quelque chose d'exploitable dans les projets est une autre leçon que je peux tirer de ce stage.

Ce stage m'a aussi permis de souligner la complexité de mettre en place des projets écologiques. D'une part, les sources financières sont dures à trouver et le projet doit remplir un cahier des charges bien précis. La difficulté d'obtenir des résultats probants et quantifiables est aussi un facteur qui contribue à la lenteur de la mise en place de ces projets. À ce titre, ce stage a mis en exergue que la droiture apprise durant les années universitaires n'est pas tout le temps applicable sur le terrain. En effet, beaucoup d'éléments ne peuvent pas être réalisés comme souhaités et les aléas terrain ne sont pas toujours prévisibles. La complexité vient aussi de l'aspect sociologique, souvent pas assez pris en compte lors des projets. Les acteurs ont des visions parfois très différentes avec des sensibilités qui leur sont propres. À cet égard, la nécessité de sensibiliser tous les acteurs est donc présente. Avoir une vision d'ensemble autant écologiquement, techniquement que sociologiquement est de ce fait réellement nécessaire pour mener à bien un projet écologique.

Pour terminer, il me faut évoquer la spécificité qu'est de faire un stage au sein d'une fédération des chasseurs et du monde associatif. N'étant pas chasseuse, je n'étais pas initié à ce monde ni au fonctionnement de ces structures. Pour autant, cela m'a apporté une plus large ouverture d'esprit et changé quelques aprioris que je pouvais avoir sur le monde de la chasse.

Bibliographie

- (1) Document « Proposition issue du Comité opérationnel Trame verte et bleue (COMOP TVB). » , juillet 2010
- (2) Saint Etienne Métropole « Travaux de franchissement pour la faune sur des ouvrages existants ». *Capitales Françaises de la Biodiversité*. 2017
- (3) Isère .2015. « Synthèse de l'évaluation scientifique et technique – Couloir de vie – Projet de restaurations et de préservation des corridors biologiques du Grésivaudan ».
- (4) BRUITPARIF. «Rapport d'étude». *Bruit et biodiversité*. Mars 2020
- (5) AS&P. 2015. « Quelles caractéristiques pour les vois et les accès ? ». Juin 2015
- (6) Conservatoire d'espaces naturels Occitanie. « Stratégie régionale relative aux espèces exotiques envahissantes (EEE) Faune d'Occitanie ».
- (7) Vinci Autoroute. 2016. « Synthèse, Retour d'expérience des aménagements et des suivis faunistiques sur le réseau VINCI Autoroutes». Juin 2016
- (8) Vincent Vignon, Hélène Barbarreau. 2008. « Collisions entre véhicules et ongulés sauvages quel coût économique. Une tentative d'évaluation ». *Nature et société*. Faune sauvage n°279/ février 2008
- (9) Fédération Départementale des chasseurs de la Haute Garonne « Rapport d'activité 2020-2021 ». 2021
- (10)Sanef. 2020. « Autoroute A1 – Projet d'écopont en forêts de Chantilly / Ermenonville - Dossier de demande de dérogation au titre de l'article L. 411-2 du code de l'environnement ». Juillet 2020

AMSALLEM, J., J. P. TONNEAU, et J. CHAURAND. 2018. « Méthode d'élaboration d'un dispositif de suivi et d'évaluation de la politique Trame verte et bleue : application aux Schémas régionaux de cohérence écologique ». *Sciences Eaux & Territoires*, n° 25 (juin): 20-25. <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2018.25.04>.

Andréa Poiret, « Les passages pour la faune, un moyen d'atténuer les effets de la fragmentation écologique ». *Géococonfluences*, novembre 2021.

Antoine DUCASTEL . 2021 « Financer la transition écologique et énergétique en Occitanie : une analyse de la tuyauterie des circuits de financement». *Cahier Régionale Occitanie sur les Changements climatiques*, Edition 2021

Ausgabe. 2019. « DOKUMENTATION FUNKTIONSKONTROLLE VON WILDTIERPASSAGEN». 2019, ASTRA 88012

Beier, Paul, et Reed F. Noss. 1998. « Do Habitat Corridors Provide Connectivity? » *Conservation Biology* 12 (6): 1241-52. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.98036.x>.

Bertouille, Alice. 2021. « Aménagement de haies anti-érosives et leur perception par les acteurs du monde agricole ».

Brown, Casey L., Amanda R. Hardy, Jesse R. Barber, Kurt M. Fristrup, Kevin R. Crooks, et Lisa M. Angeloni. 2012. « The Effect of Human Activities and Their Associated Noise on Ungulate

Behavior ». Édité par Matt Hayward. *PLoS ONE* 7 (7): e40505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040505>.

Cerema, éd. 2021. « Les passages à faune: Préserver et restaurer les continuités écologiques avec les infrastructures linéaires de transport ». Références. BRON: Cerema.

J. Chaurand. « Modalités de suivi et d'évaluation des Schémas Régionaux de Cohérence Écologique. Sciences de l'environnement. ». 2010. hal-02593513

Chaurand, Julie. s. d. « Cohérence des réseaux écologiques entre les échelles », 38.
Clevenger, Anthony P., et Nigel Waltho. 2000. « Factors Influencing the Effectiveness of Wildlife Underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada ». *Conservation Biology* 14 (1): 47-56.

Damschen, Ellen I., Nick M. Haddad, John L. Orrock, Joshua J. Tewksbury, et Douglas J. Levey. 2006. « Corridors Increase Plant Species Richness at Large Scales ». *Science (New York, N.Y.)* 313 (5791): 1284-86. <https://doi.org/10.1126/science.1130098>.

Donaldson, Bridget. 2007. « Use of Highway Underpasses by Large Mammals and Other Wildlife in Virginia: Factors Influencing Their Effectiveness ». *Transportation Research Record* 2011 (1): 157-64. <https://doi.org/10.3141/2011-17>.

Dumont A.-G., Berthoud G., Tripet M., Schneider S., Dändliker G., Durand P., Ducommun A. Müller S. & Tille M., 2000, *Interactions entre les réseaux de la faune et des voies de circulation*, Manuel, Département fédéral de l'Environnement, des Transports, de l'Énergie et de la Communication, Office fédéral des routes, 194 p., Lausanne

Eggleston, Jim. 1999. « Proceedings from the International Conference on Wildlife », 404.

Ewers, Robert M., et Raphael K. Didham. 2006. « Confounding Factors in the Detection of Species Responses to Habitat Fragmentation ». *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 81 (1): 117-42. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006949>.

Fagart, Sylvain, Cédric Heurtebise, Gwenaël Quaintenne, Philippe Jourde, et Thierry Micol. s. d. « Fréquentation de buses dédiées aux passages de la petite et moyenne faune sous deux autoroutes de l'ouest de la France. Bilan des deux premières années de suivis par piéges photographiques », 18.

Gilbert-Norton, Lynne, Ryan Wilson, John R. Stevens, et Karen H. Beard. 2010. « A Meta-Analytic Review of Corridor Effectiveness: Corridor Meta-Analysis ». *Conservation Biology* 24 (3): 660-68. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01450.x>.

Grilo, Clara, John Bissonette, et Margarida Santos-Reis. 2008. « Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: Implications for road planning and mitigation ». *Biodiversity and Conservation* 17 (juin): 1685-99. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9374-8>.

Haddad, Nick M., Lars A. Brudvig, Ellen I. Damschen, Daniel M. Evans, Brenda L. Johnson, Douglas J. Levey, John L. Orrock, et al. 2014. « Potential Negative Ecological Effects of Corridors ». *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology* 28 (5): 1178-87. <https://doi.org/10.1111/cobi.12323>.

Mader, H. -J. 1984. « Animal Habitat Isolation by Roads and Agricultural Fields ». *Biological Conservation* 29 (1): 81-96. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(84\)90015-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(84)90015-6).

Olbrich, P. 1984. « Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen ». *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 30 (2): 101-16. <https://doi.org/10.1007/BF02312729>.

Pinson, Gilles, et Valérie Sala Pala. 2007. « Peut-on vraiment se passer de l'entretien en sociologie de l'action publique ? » *Revue française de science politique* 57 (5): 555-97. <https://doi.org/10.3917/rfsp.575.0555>.

Ree, Rodney van der, Dean Heinze, Michael Mccarthy, et Ian Mansergh. 2009. « Wildlife Tunnel Enhances Population Viability ». *Ecology and Society; Vol. 14, No. 2 (2009)* 14 (décembre). <https://doi.org/10.5751/ES-02957-140207>.

Rodríguez, Alejandro, Giulia Crema, et M. Delibes. 1996. « Use of Non-Wildlife Passages Across a High Speed Railway by Terrestrial Vertebrates », décembre. <https://digital.csic.es/handle/10261/43513>.

Savouré-Soubelet, Audrey, Romain Sordello, Géraldine Rogeon, et Patrick Haffner. 2012. « Réflexion préliminaire concernant les impacts du réseau ferroviaire sur le Lynx boréal (*Lynx lynx*) », 17.

Seiler, Andreas, et Mattias Olsson. 2009. *Are non-wildlife passages effective passages for wildlife?* <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1155.6009>.

SoeS. 2016. « Les infrastructures linéaires de transport : évolutions depuis 25 ans ». *décembre 2016*, 32.

Sylvain Fagart, Cédric Heurtebise, Gwenaël Quintenne, Philippe Jourde, Thierry Micol. Fréquentation de buses dédiées aux passages de la petite et moyenne faune sous deux autoroutes de l'ouest de la France. Bilan des deux premières années de suivis par pièges photographiques. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*, 2016, 71 (1), pp.82-98. hal-03530564

Tarabon, Simon, Claire Godet, Tolga Coskun, et Céline Clauzel. 2022. « Coupling spatial modeling with expert opinion approaches to restore multispecies connectivity of major transportation infrastructure ». *Landscape and Urban Planning* 221 (mai): 104371. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104371>.

Zahar, Yadh. 2007. « Priorisation multicritère sur système à référence spatiale pour l'aménagement anti-érosif des bassins versants : démarche méthodologique et étude de cas pour la presqu'île du cap bon », n° 1: 9.