

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Universités A. Mira – Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Sciences biologique et de l'Environnement

Spécialité : Biologie de la conservation



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle en Vue de l'Obtention du Diplôme
MASTER

Thème

**Essai de diagnostic de l'impact des activités humaines
sur la biodiversité dans la basse vallée de la Soummam :
cas de la pénétrante de Bejaïa**

Présenté par :

BADACHE Sabrina & IDRI Massinissa

Soutenu le : **23 Septembre 2024**

Devant le jury composé de :

M^r. BOUGAHAM A.F

Président

Pr.

M^r. DAHMANA. A

Encadrant

MAA

M^r. AHMIM. M

Examineur

MCA

Année universitaire : 2023/ 2024

Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier dieu tout puissant et miséricordieux
qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste*

Travail et a permis que nous soyons ce que nous somme

Aujourd'hui.

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Monsieur DAHMANA. A**,
pour avoir acceptée d'encadrer ce travail et pour ses conseils et ses*

Précieuses orientations, sa patience qu'il n'a cessé de nos

Apporter tout au long de ce travail.

*Nous tenons tout particulièrement à remercier vivement les membres de
jury d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail :*

Mr AHMIM. M et Mr BOUGAHAM. A.F

*Enfin, nous remercions toutes personnes qui ont participé de près ou de
loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Dédicaces 1

J'offre ce modeste travail :

À Ma mère et mon père : Karima et Yazid

Mes chers et tendres parents, qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite et qui m'ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux, j'espère que par ce modeste travail, je vous rends un peu de ce sentiment de fierté qui j'éprouve d'être votre fille

À Mes frères : Louas et Didin.

À Ma sœur : Nadia et Sonia.

À Mes Tantes et Oncles

À tous les membres de ma famille, petite et grands.

Un grand merci et une pensée affectueuse à tous mes autres amis et collègues que je ne peux citer en entier. Merci pour ces merveilleux moments passés ensemble.

Sabrina

Dédicaces 2

J'offre ce modeste travail :

À mes chers parents,

Mais aucune dédicace ne serait témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué par lesquels ils m'ont toujours entouré depuis mon enfance.

À tous mes frères et sœurs

Je vous souhaite la réussite et tout le bonheur du monde, et que dieu les protège.

Je dédie aussi ce modeste travail :

À tous ceux que j'aime et à toutes les personnes qui m'ont prodigué des encouragements et se sont données la peine de me soutenir durant cette année de formation.

Massinissa

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....1

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

1.1. L'écologie du paysage:.....3

1.1.1. Objectifs de la discipline :.....3

1.1.2. Questions traitées en écologie des paysages.....4

1.2. La fragmentation des paysages.....4

1.2.1. Définitions :.....5

1.2.2. Causes et mécanismes de la fragmentation.....6

1.2.2.1. Causes de fragmentation :.....6

1.2.2.2. Mécanismes de la fragmentation.....8

1.2.3. Les conséquences écologiques de la fragmentation des paysages.....9

1.2.3.1. Conséquences sur les populations:.....9

1.2.3.2. Conséquences sur les écosystèmes.....10

1.3. Impacts des routes sur l'environnement et les organismes.....11

1.3.1. Impacts des routes sur les écosystèmes.....11

1.3.2. Modification de l'hydrologie et de la qualité des eaux.....12

1.3.3. Impact de l'éclairage de routes.....12

1.3.4. Impact de la pollution sur la végétation.....12

1.4. Le diagnostic des impacts routiers observés et les possibilités de remédiation.....13

1.4.1. La mortalité routière de la faune.....13

1.4.2. Les possibilités de remédiation.....15

1.4.2.1. Les clôtures.....15

1.4.2.2. Les passages à faune.....15

CHAPITRE II : Méthodologie

2.1. Caractéristiques générale de la zone d'étude : la vallée de la Soummam.....18

2.1.1. Localisation et délimitation géographique.....18

2.1.2. Caractéristiques géomorphologiques et géologiques.....19

2.1.3. Climatologie.....20

2.1.3.1. Climat générale.....20

2.1.3.2. Températures.....21

2.1.3.3. Précipitations.....22

2.1.4. Hydrographie.....22

2.1.5. Diversité écopaysagère et des habitats naturels.....23

2.1.5.1. Les formations forestières.....23

2.1.5.2. Les cultures.....24

2.1.5.3. Diversité floristique.....25

2.1.5.4. Diversité faunistique.....27

2.1.6. Activités humaines et leurs impacts sur l'environnement et la biodiversité.....31

2.1.6.1. Activités agricoles.....31

2.1.6.2. Activités industrielle.....31

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 2.2. | Présentation du site d'étude : la pénétrante autoroutière Bejaia-Ahnif..... | 32 |
| 2.3. | Méthodologie de diagnostic de l'impact sur la faune..... | 33 |

CHAPITRE III : Résultats et discussions

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.1 | Nombre et typologie des ouvrages rencontrés..... | 35 |
| 3.2 | Répartition des ouvrages..... | 37 |
| 3.3 | Caractéristiques des sites identifiés..... | 38 |
| | Conclusion..... | 40 |
| | Références Bibliographique..... | 41 |
| | Annexes..... | 49 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I : Moyennes mensuelles des températures (maximas ‘M’ et minimas ‘m’) et des précipitations ‘P’ dans la région de la basse vallée de la Soummam..... | 24 |
| Tableau II : Les valeurs moyennes mensuelles des températures à la station de Bejaia Aéroport..... | 24 |
| Tableau III : La répartition des différents taxons d’algues en nombre et en pourcentage par embranchement et par zone humide..... | 29 |
| Tableau IV : Richesse taxonomique faunistique dans la vallée de l’oued Soummam..... | 32 |
| Tableau V : Liste et occurrence des espèces capturées au niveau des différentes stations échantillonnées dans la Soummam et ses affluents..... | 33 |
| Tableau VI : Activités industrielles polluantes dans la vallée de la Soummam..... | 36 |

Liste des figures

Figure 1 : dessin explique les différents matrices d'écologie des paysages et leur connectivité

Figure 2: Dead common toad (*Bufo bufo*, arrow) on the tracks with dead grass snake (*Natrix natrix*).

Figure 3: Collision véhicule/petite faune sauvage (chats sauvage)

Figure 4 : Clôture à grand faune (en haut) clôture à moyenne faune (en bas)

Figure 5 : Quatre types de passages fauniques conçus pour les mammifères de petite et de moyenne taille le long de la route

Figure 6: Carte de localisation et de délimitation géographique de la vallée de l'oued Soummam

Figure 7 : Variation mensuelle des précipitations à la station de Béjaïa Aéroport (2002-2018)

Figure 8 : Réseau hydrographique du bassin

Figure 9 : Carte d'utilisation du sol dans le bassin versant de la Soummam

Figure 10 : Peuplier blanc et Phragmite *Phragmites communis* sur la rive gauche de l'oued Soummam

Figure 11 : Formation végétale à *Tamarix africana* sur la rive droite de l'oued Soummam

Figure 12 : carte représente la zone d'étude la pénétrante de Bejaïa

Figure 13 : Photo de deux grands ponts

Figure 14 : Photos de tunnel simple (à gauche) et double (à droite)

Figure 15 : Photo de double canal (à gauche) et canal en escalier (à droite)

INTRODUCTION

INTRODUCTION

En biologie de la conservation, la fragmentation est considérée comme un problème majeur (**Meffe et Carroll, 1997**) Cette inquiétude porte sur la rupture de blocs d'habitat autrefois vastes et continus en habitats moins continus, principalement à cause de perturbations anthropiques comme le défrichement et la transformation de la végétation d'un type à un autre. La vision traditionnelle de la fragmentation de l'habitat consiste à diviser une vaste zone intacte d'un seul type de végétation en unités plus petites (**Lord et Norton, 1990**).

L'habitat fragmentaire consiste à diviser les habitats naturels et les écosystèmes en parcelles plus petites et plus isolées. La disponibilité et la qualité des zones adjacentes pour la faune sont réduites. Ce processus crée des conditions dans lesquelles les espèces animales et végétales, et leurs populations plus générales, sont menacées et risquent d'extinction. La fragmentation est un processus complexe, dont les facteurs les plus importants sont la perte et l'isolement des habitats naturels. Un habitat continu se transforme en un grand nombre de petits parcelles, de superficie totale plus réduite, séparées les unes des autres par une matrice qui est généralement différente en composition ou en structure de l'habitat d'origine (**Wilcove et al., 1986**).

Ce processus implique la perte d'habitat, mais aussi un changement dans la configuration de l'habitat (**Fahrig, 2003**), ce qui implique un nombre différent de fragments ou un isolement relatif entre eux. Les théories classiques en écologie des communautés et des populations, telles que la Théorie de la Biogéographie des Îles (MacArthur et Wilson, 1967) et la Théorie des Dynamiques de Métapopulations, prédisent que les fragments plus petits et plus isolés soutiennent une faune appauvrie par rapport aux fragments plus grands et plus proches. De nombreuses données empiriques ont soutenu ces prédictions, suggérant que la fragmentation de l'habitat affecte négativement l'abondance et la richesse en espèces des organismes (**Levins, 1969**).

La fragmentation de l'habitat implique la réduction de la quantité totale d'un type d'habitat dans un paysage et la redistribution de l'habitat restant en parcelles plus petites et plus isolées. La grande ampleur de la fragmentation de l'habitat traduit l'impact des activités humaines sur l'environnement, tant au niveau local qu'au niveau régional, national et global. Si les conséquences directes de la perte d'habitat sont généralement considérées comme le plus grand danger actuel pour la biodiversité, la dimension et l'organisation spatiale des fragments résiduels sont reconnues comme importantes dans la dynamique des populations et la survie des espèces (**Lord et Norton, 1990**), avec des conséquences plus néfastes que la perte d'habitat seule (**With, 1997**). La fragmentation de l'habitat est devenue une question centrale en biologie de la conservation.

Dans le cas de la présente étude, le paysage ciblé est la vallée de l'oued Soummam, c'est-à-dire, la partie du territoire de la vallée traversée par l'oued Soummam depuis la ville d'Akbou en amont jusqu'à l'embouchure en mer à l'aval près de la ville de Bejaia. Ce territoire correspond également aux limites du territoire classé comme zone humide d'importance internationale (zone humide Ramsar). Le diagnostic éco-paysager est envisagé sur ce qui concerne surtout la fragmentation du paysage engendré par les activités humaines les plus remarquables, en particulier, la réalisation de la pénétrante autoroutière reliant l'autoroute nationale Est-Ouest à Ahnif (Bouira) à la ville de Bejaia.

Problématique

INTRODUCTION

Le projet de cette autoroute, ayant ou pas fait l'objet d'étude d'impact environnementale préalable, a sans doute participé considérablement à la fragmentation des habitats naturels, donc des populations biologiques, à l'isolement des populations en créant un obstacle au déplacement des organismes d'un fragment d'habitat à un autre de part et d'autre de la route, en causant également la mortalité d'animaux par écrasement routier. Cet écrasement peut se retrouver aggravé par l'absence de clôtures le long de la voie de circulation et par l'absence de passages à faune le long de certains tronçons. C'est dans ce contexte que cette étude est proposée afin de faire un diagnostic et un état des lieux le long de l'ouvrage autoroutier. Ce diagnostic vise au final à proposer des recommandations en matière d'aménagement, c'est-à-dire, identifier les mesures compensatoires et de restauration écologique permettant de réduire l'impact de cette route sur la biodiversité à l'échelle de la vallée. Ces mesures visent également à proposer une révision des limites du territoire classé comme zone humide Ramsa

CHAPITRE I

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. L'écologie du paysage:

1.1.1. Objectifs de la discipline :

L'écologie du paysage est une approche scientifique dédiée à l'étude des processus biotiques et abiotiques ainsi que de leurs interactions avec les structures des paysages. Cette discipline repose sur deux axes principaux : d'une part, un fondement scientifique ancré dans des théories issues de la biologie et de la géographie ; d'autre part, une perspective pratique orientée vers l'aménagement et la protection de l'environnement (**Troll en 1939**).

L'intérêt croissant pour les paysages au sein des institutions et des politiques renforce l'importance de l'écologie du paysage. L'avancée des données spatialement référencées et l'évolution des questions environnementales ouvrent de nouveaux horizons scientifiques, nécessitant une meilleure coordination au sein de la communauté de chercheurs. Ce texte met en avant les fondements et les objectifs de l'écologie du paysage, tout en soulignant l'importance accrue des paysages dans les politiques environnementales et les accords internationaux sur le climat et le développement durable.

L'écologie du paysage est une discipline qui examine de manière approfondie l'impact des dimensions spatiales et temporelles sur les modèles environnementaux et les processus qui les génèrent (**Forman et Godron, 1986**). Cette approche analyse les composantes biologiques, physiques et sociales des paysages, qu'ils soient anthropiques ou naturels (**Burel et Baudry, 1999**). Selon cette discipline, les modèles et processus environnementaux ne sont pas seulement influencés par la nature des écosystèmes (tels que les systèmes agricoles, forestiers ou urbains), mais aussi par leur organisation spatiale.

L'écologie du paysage explore une vaste gamme d'objets d'étude, en mettant particulièrement l'accent sur l'impact historique de la fragmentation et de l'isolement des habitats sur la biodiversité. Plus récemment, elle a considérablement enrichi notre compréhension du rôle essentiel de l'hétérogénéité spatiale et temporelle pour le maintien de la biodiversité et des fonctions écologiques. Ces avancées ont placé l'écologie du paysage au cœur de la gestion des écosystèmes.

Le paysage comprend tous les éléments visibles et invisibles, qu'ils soient naturels ou artificiels, que les sciences de l'environnement désignent comme des "écosystèmes". Cela englobe les éléments biotiques et abiotiques du territoire, ainsi que les phénomènes non visibles, tels que les flux biochimiques, la compétition et les interdépendances qui les sous-tendent (**Naveh et Lieberman, 1994**).

1.1.2 Questions traitées en écologie des paysages

- Quels sont les principaux concepts de l'écologie des paysages ? (**Forman, 1986**)
- Comment l'hétérogénéité du paysage affecte-t-elle la biodiversité ? (**Turner, 1989**)
- Quels sont les effets de la fragmentation des habitats sur les espèces animales ? (**Fahrig, 2003**)
- Comment les corridors écologiques peuvent-ils améliorer la connectivité des habitats ? (**Bennett, 2003**)
- Quel est l'impact des pratiques agricoles sur l'écologie des paysages ? (**Tilman et al, 2001**)
- Quels sont les avantages des paysages multifonctionnels en matière de durabilité ? (**Turner, et 2001**)
- Comment les changements climatiques influencent-ils les écosystèmes de paysages ? (**Parmesan et yole, 2003**)
- Quels sont les principes de la gestion adaptative des paysages ? (**Holling, 1978**)
- Comment les incendies affectent-ils les paysages et la biodiversité ? (**Bond et kealy, 2005**)
- Quel rôle jouent les espèces invasives dans la transformation des paysages ? (**Davis et Slobodkin, 2004**)
- Comment la restauration des paysages peut-elle contribuer à la conservation de la biodiversité ? (**Hobbs et Harris, 2001**)
- Quelle est l'importance des mosaïques paysagères dans la gestion des ressources naturelles ? (**Jackson et Hobbs, 2009**)
- Comment les changements dans l'utilisation des sols affectent-ils les processus écologiques à grande échelle ? (**Foley et al , 2005**)
- Quels outils et techniques sont utilisés pour modéliser les paysages écologiques ? (**Turner et Gardner, 2015**)
- Comment les facteurs socio-économiques influencent-ils l'aménagement des paysages ? (**Nelson et al , 2009**)
- Quel est l'impact des infrastructures humaines sur les écosystèmes de paysages ? (**Forman, 2008**)
- Comment la dynamique des populations animales est-elle affectée par les changements dans le paysage ? (**Hanski et Gilpin, 1997**)
- Quels sont les défis associés à l'intégration de l'écologie des paysages dans les politiques publiques ? (**Margules et Pressey, 2000**)
- Comment les pratiques de gestion durable des paysages peuvent-elles atténuer les impacts environnementaux ? (**Pretty et Smith, 2004**)
- Quel rôle jouent les paysages urbains dans la conservation de la biodiversité ? (**Alberti, 2005**)

1.2 La fragmentation des paysages.

Dans cette partie, il est question de distinguer les différents éléments composant un paysage classique puis d'expliquer les causes et les mécanismes engendrant sa fragmentation.

1.2.1. Définitions :

➤ **Paysage:**

Il est défini comme un ensemble d'éléments physiques, chimiques, biologiques et socio-économiques dont les interactions déterminent les conditions de vie (**Baudry, 1986**). Il constitue un système complexe, hétérogène et spatialement organisé, où l'assemblage des éléments qui le composent joue un rôle crucial dans son organisation. Il est donc perçu comme une partie d'un territoire pouvant englober plusieurs types d'écosystèmes différents et adjacents. Il peut être délimité arbitrairement en traçant une zone sur la carte d'un territoire, ou selon un critère ou une limite naturelle, comme les lignes de crête pour définir le paysage d'un bassin versant entier, d'une vallée, d'un massif montagneux, d'un espace côtier ou d'une plaine.

➤ **Matrice:**

La matrice est généralement considérée comme l'élément dominant de la surface d'un paysage, en tant que support et producteur de biodiversité. Dans un paysage donné et à une échelle donnée, les habitats utilisés par une espèce ou un groupe d'espèces pour leurs déplacements sont intégrés dans une « matrice » de types de milieux artificiels, agricoles intensifs ou polyculture-élevage, ainsi que forestiers. Il peut s'agir, par exemple, d'une matrice agricole dominant le paysage d'une plaine cultivée, ou d'une matrice forestière dans les paysages dominés par les forêts.

➤ **Fragmentation:**

La fragmentation des habitats est un processus par lequel un habitat est divisé en morceaux plus petits (c.-à-d., des patches), isolés et noyés dans une matrice plus ou moins hostile (**Wilcove, McLellan et Dobson, 1986 ; Fahrig, 2003 ; Geneletti, 2006**).

➤ **Corridor:**

Les corridors écologiques sont des éléments paysagers linéaires reliant deux ou plusieurs habitats noyés dans la matrice, facilitant ainsi le déplacement des espèces animales et végétales (**Clergeau et Désiré, 1999**).

➤ **Connectivité:**

La connectivité écologique fait référence à la présence d'un réseau de corridors reliant plusieurs milieux à l'échelle d'un paysage. Elle est donc essentielle pour la conservation de la biodiversité.

Elle augmente non seulement les chances de survie des espèces, mais offre également une flexibilité accrue pour faire face aux changements environnementaux et aux événements climatiques extrêmes, comparativement aux populations isolées. Les études de terrain et les modèles montrent que les populations interconnectées sont généralement plus résilientes face aux changements

environnementaux et aux perturbations naturelles, telles que les incendies et la sécheresse (Tewksbury et al., 2002).

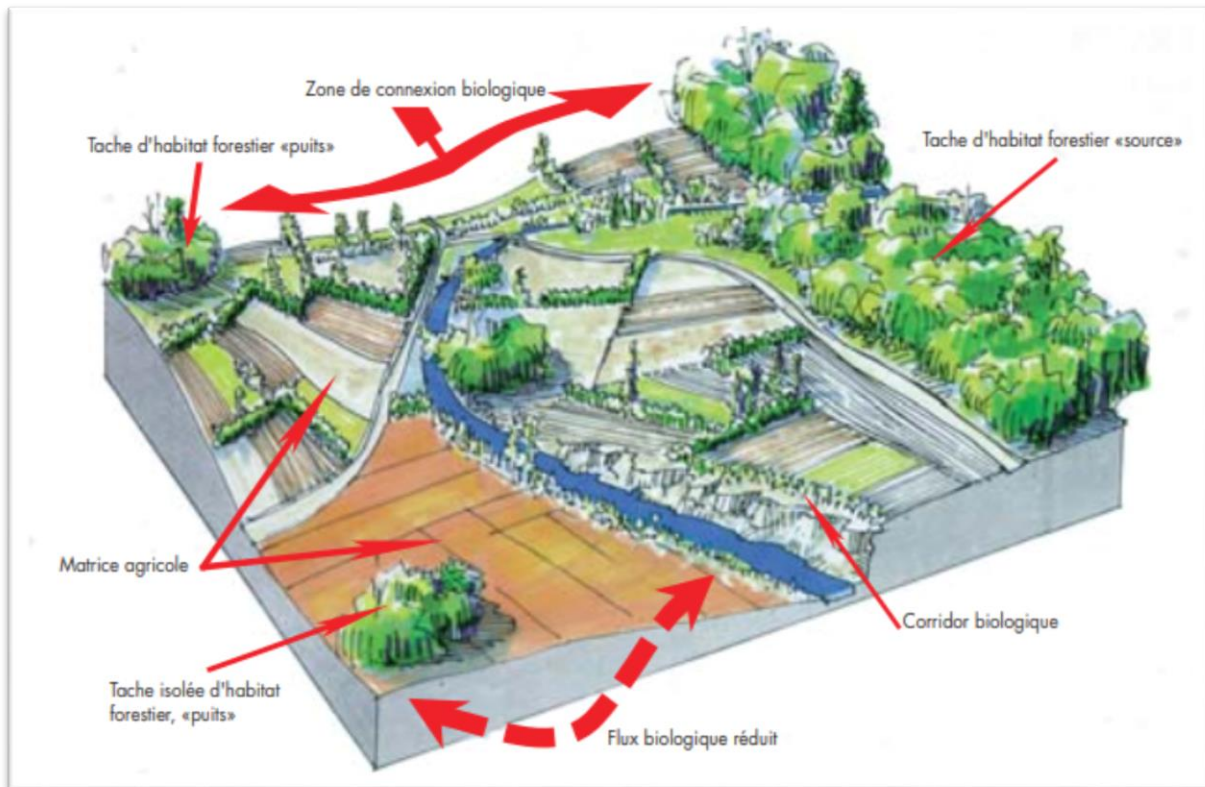


Figure 1 : dessin explique les différents matrices d'écologie des paysages et leur connectivité (Clergeau, 1999)

1.2.2 Causes et mécanismes de la fragmentation.

La fragmentation est causée à la fois par des forces naturelles et par des activités humaines, qui agissent sur des échelles de temps et d'espace différentes. Les caractéristiques physiques du paysage, associées à des processus géomorphologiques lents tels que l'érosion, peuvent entraîner l'isolement de certains fragments sur des échelles de temps évolutives (Schule, 1990).

1.2.2.1 Causes de la fragmentation des paysages :

➤ La fragmentation causée par des facteurs naturels

Sur de longues périodes (des milliers ou des millions d'années), les paysages sont morcelés par des forces géologiques (par exemple, la dérive des continents) et des variations climatiques (par exemple, les glaciations, les variations des précipitations, la montée du niveau de la mer).

Les perturbations naturelles, telles que les incendies de forêt, les éruptions volcaniques, les inondations, les glissements de terrain, les tempêtes de vent, les tornades, les ouragans et les tremblements de terre, modifient et fragmentent les paysages sur des périodes plus courtes (décennies ou mois).

En outre, les paysages sont naturellement morcelés par les flancs de montagne, les canyons, les cours d'eau et les lacs. Les écosystèmes se rencontrent souvent en parcelles distinctes et sont donc naturellement fragmentés. L'hétérogénéité des habitats et la diversité des paysages dépendent de nombreux processus naturels.

➤ **La fragmentation causée par l'activité humaine.**

La modification des habitats due aux activités humaines est la principale cause des changements dans le degré de fragmentation, avec une forte corrélation avec la proportion de perte d'habitat dans le paysage (**Fahrig, 2003**).

Depuis plusieurs milliers d'années, les paysages ont été transformés par l'homme. Les premiers chasseurs façonnaient le paysage en incendiant des zones pour favoriser certaines espèces de gibier, tout comme les éleveurs d'aujourd'hui brûlent les prairies. Les paysages sont modifiés et fragmentés par de nombreuses activités humaines telles que l'agriculture, l'urbanisation, l'extraction de ressources (comme l'exploitation minière et le bois), ainsi que par le développement industriel (comme la construction de barrages hydroélectriques). Actuellement, l'agriculture est la principale cause de perte et de fragmentation des habitats.

➤ **Différence entre la fragmentation naturelle et la fragmentation humaine.**

Les différences entre les paysages fragmentés naturellement et ceux fragmentés par l'homme sont notables (**Fahrig, 2003**).

La structure complexe d'un paysage naturel fragmenté comporte souvent plusieurs types de parcelles différentes. En revanche, un paysage fragmenté par l'activité humaine tend à présenter une organisation parcellaire simplifiée, avec des bords plus marqués, souvent caractérisée par quelques petites parcelles d'habitats naturels au milieu d'une vaste zone de terres aménagées.

Dans les paysages artificiels, les types de parcelles sont généralement inadaptés à un grand nombre d'espèces, tandis que dans un paysage naturel hétérogène, la majorité des types de parcelles conviennent à un groupe plus varié d'espèces. Les bordures des parcelles dans les paysages naturels fragmentés sont généralement moins abruptes que celles créées par l'homme.

La fragmentation des habitats résulte d'une combinaison complexe de mécanismes et de causes, chacun ayant des impacts significatifs sur les écosystèmes et les espèces qui y vivent.

Comprendre ces mécanismes et ces causes est essentiel pour développer des stratégies de conservation efficaces et restaurer la connectivité des habitats.

1.2.2.2 Mécanismes de la fragmentation.

➤ Intensification de l'agriculture.

L'intensification de l'agriculture et l'homogénéisation subséquente des paysages agricoles, se traduisant par une réduction de la surface occupée par des habitats semi-naturels, ont des répercussions considérables sur la biodiversité. Cette transformation entraîne la perte ou le déclin de nombreuses espèces associées aux systèmes agricoles traditionnels (**Donald, 2004 ; PECBM, 2007**), ainsi qu'une diminution de la connectivité au sein de la matrice agricole pour un large éventail d'espèces (**Gurrutxaga, 2007**). En effet, il a été observé que la transition des systèmes agricoles extensifs vers des systèmes intensifs a des impacts plus importants sur la biodiversité que la conversion des habitats naturels en systèmes agricoles extensifs (**Donald, 2004**).

Les paysages agricoles couvrent une grande partie du territoire, environ 38 % de la surface terrestre émergée et la moitié des zones habitables pour les sociétés humaines (**Clay, 2004**). Bien que la superficie dédiée à l'agriculture ait augmenté de moins de 8 % entre 1972 et 1992, l'intensification des pratiques agricoles a plus que doublé la productivité globale durant cette période (**Donald et Evans, 2006**). Dans les pays en développement, notamment en Amérique du Sud et en Afrique subsaharienne, la superficie agricole pourrait augmenter de plus de 30 % d'ici 2050 (**Tilman et al., 2001**). En revanche, dans les pays développés, une diminution de la superficie agricole est prévue.

➤ Activités extractives.

Parmi les activités industrielles, les activités extractives méritent une attention particulière en raison de leur impact sur les habitats naturels situés dans des zones non urbanisées. L'extraction des ressources du sous-sol entraîne la déforestation de certaines zones par la création de sites d'extraction en surface, tels que les carrières et les gravières, ou par les opérations de prospection minière et pétrolière.

L'exploitation des gisements alluvionnaires des lits et des terrasses fluviales affecte de manière significative les forêts riveraines et les zones de fond de vallée, tandis qu'une grande partie des carrières et des sites de prospection se trouvent dans des zones montagneuses d'intérêt naturel. Un exemple significatif de l'impact des activités extractives sur la connectivité écologique est la présence de vastes opérations minières à ciel ouvert dans la partie occidentale de la Cordillère Cantabrique, dans des zones cruciales pour les déplacements dispersifs du grizzly (*Ursus arctos*) (**Naves et al., 2001**).

➤ **Aménagement de voies et infrastructures de transport**

La construction d'infrastructures linéaires de transport, en particulier les routes à grande capacité et les lignes ferroviaires entourées de clôtures, a un impact significatif sur la perméabilité du paysage. Ces infrastructures agissent comme des barrières pour un large éventail d'espèces de vertébrés terrestres, limitant ainsi leur mobilité et leur accès aux ressources (**Forman et al, 2003**).

L'expansion des infrastructures linéaires de transport au cours des dernières décennies a été un processus de grande envergure, impactant une grande variété d'environnements. Selon les données de l'Agence Européenne de l'Environnement (2004), la moitié des zones protégées en Europe sont désormais soumises à des pressions environnementales dues aux infrastructures de transport. En effet, au cours de la dernière décennie, 12 000 km d'autoroutes ont été construits dans l'Union européenne.

➤ **Dégradation des zones humides**

Au cours des décennies passées, les processus de réduction et de fragmentation des écosystèmes de zones humides ont touché une grande partie de ces écosystèmes à l'échelle mondiale. En réponse à cette situation, la protection et la restauration des zones humides sont devenues des priorités majeures en matière de conservation des habitats et des espèces, suite à l'adoption de la Convention de Ramsar par l'UNESCO en 1971. La déshydratation des lagunes, des marais et des terrains marécageux a été principalement motivée par des raisons sanitaires. De plus, la dégradation des eaux épicontinentales est due à la surexploitation de leurs ressources en eau et à la conversion des zones drainées en terres agricoles.

1.2.3 Les conséquences écologiques de la fragmentation des paysages

La fragmentation des paysages, résultant principalement des activités humaines telles que l'urbanisation, l'agriculture intensive et la construction d'infrastructures, engendre des impacts significatifs sur la biodiversité et les écosystèmes. Ces effets se manifestent à la fois sur les populations d'espèces et sur le fonctionnement des écosystèmes dans leur ensemble.

1.2.3.1 Conséquences sur les populations:

Il y a plusieurs aspects dans la modification des mouvements des individus entre les différentes zones d'habitat. D'un point de vue évolutif, l'isolement des populations de plantes à l'état embryonnaire permet aux espèces de s'adapter aux conditions écologiques locales et est perçu comme une étape cruciale dans la diversification et l'émergence de nouvelles espèces. Toutefois, lorsque cette diminution des populations dans les fragments s'accompagne d'une réduction

significative, cela peut sérieusement compromettre la survie des espèces qui vivent dans ces paysages.

Point de vue démographique, les populations de petite taille sont extrêmement exposées aux aléas de survie et de reproduction tout au long de leur cycle de vie. Le risque d'extinction pour des causes fortuites augmente considérablement lorsque le nombre d'individus diminue, même si les conditions de vie dans les fragments ne sont pas dégradées.

Ces fragments sont donc difficiles à regrouper en raison de leur isolement. La réussite de la reproduction peut également être limitée dans les fragments de petite taille, comme chez la gentiane des marais ou de la région maritime, en raison de la rareté du pollen capable de féconder les ovules (**Charpentier et al, 2010**).

Les effets néfastes de la perte de diversité génétique, associés à la diminution des effectifs et à l'isolement des populations, posent également des problèmes pour leur pérennité. À court terme, une augmentation de la consanguinité peut conduire à une diminution des performances des individus. L'efficacité de la sélection naturelle peut être compromise à moyen terme, car elle peut ne pas être adéquate pour éliminer les variants indésirables ou pour générer de nouvelles adaptations au sein d'un groupe.

Les habitats fragmentés peuvent entraîner une diminution de la viabilité et de la diversité des espèces, un effet qui peut perdurer pendant des décennies, voire des siècles. Dans la réalité, il est possible qu'une espèce soit présente même si les conditions locales ne sont pas optimales pour garantir sa survie, comme cela a été constaté dans les pelouses calcaires fragmentées par l'agriculture intensive. Certaines espèces peuvent donc disparaître avec un décalage temporel par rapport à une fragmentation antérieure de leur habitat, cette fragmentation étant toutefois la cause directe de leur disparition.

1.2.3.2 Conséquences sur les écosystèmes.

La fragmentation des habitats a des effets néfastes sur les écosystèmes : elle isole les habitats, bloque les migrations animales, réduit la viabilité des espèces et la diversité spécifique, ainsi que la rétention des nutriments et la dynamique des réseaux trophiques. À long terme, cette fragmentation compromet la viabilité des populations en raison de problèmes génétiques et de l'isolement des fragments plus éloignés (**Opdam et al., 1993 ; Andren, 1994 ; Forman, 2000 ; Seiler, 2003 ; Slootweg & Kolhoff, 2003 ; Haddad et al., 2015**). Haddad et ses collaborateurs (2015) soulignent notamment ces impacts.

Haddad et al. (2015) mettent également en évidence les effets progressifs et à long terme de la fragmentation, tels que la dette d'extinction dans les parcelles (c'est-à-dire la perte retardée d'espèces résultant de la fragmentation, comme l'ont décrit **(Tilman et al., 1994)**, le retard dans l'immigration (flux d'individus) dans les fragments plus petits ou isolés, ainsi qu'une dette de fonction écosystémique liée à la perte de biodiversité, à la simplification des réseaux trophiques et aux modifications des conditions abiotiques.

1.3 Impacts des routes sur l'environnement et les organismes.

La destruction directe des habitats naturels situés sur le tracé est causée par la construction de routes. La perte indirecte de l'habitat résulte également des perturbations liées à l'exploitation de l'infrastructure (trafic, émissions sonores, etc.). Les routes ont un impact sur la litière, la composition de la végétation, les macroinvertébrés du sol, les oiseaux forestiers, les reptiles et les mammifères, réduisant ainsi la richesse globale en espèces **(Coffin, 2007)**.

1.3.1. Impacts des routes sur les écosystèmes.

La construction routière est un facteur majeur de dégradation de l'environnement **(Cao et al, 2010)**. Les effets de la construction routière sur le fonctionnement des écosystèmes sont globalement étudiés. Toutefois, certains auteurs mentionnent les impacts liés à la destruction et à l'élimination des habitats naturels situés sur le tracé des routes. En particulier, l'assèchement des sols détruit les milieux humides et provoque un stress hydrique sur la végétation **(Laurance et al, 2009)**. La reconfiguration des formes de relief local est également une conséquence importante **(Coffin, 2007)**. De plus, les contaminants, tels que les produits chimiques et les poussières phytotoxiques, constituent une source de pollution **(Farmer, 1993 ; Forman et Deblinger, 2000)**.

1.3.2. Impacts sur l'hydrologie et la qualité des eaux.

L'interaction entre l'infrastructure routière et les systèmes aquatiques est influencée par leur position par rapport au réseau de drainage et à la pente. Les routes peuvent agir comme des barrières à l'écoulement de l'eau tout en accélérant son évacuation **(Jones et al, 2000)**. Les rigoles de drainage directement connectées aux réseaux **(Forman et Alexander, 1998)** provoquent des écoulements d'eau plus rapides dans les cours d'eau, ce qui érode les berges et modifie le lit des rivières, augmentant ainsi le risque d'inondation en aval. La combinaison de la surface imperméable des routes et de l'exploitation agricole entraîne l'érosion des sols et l'accumulation de sédiments dans les cours d'eau.

De plus, la faible profondeur de l'eau, associée à l'augmentation de la turbidité et à la réduction de la végétation aquatique, conduit à une élévation de la température dans les ruisseaux. Les espèces de poissons nécessitant des températures plus fraîches sont alors défavorisées au profit de celles qui

tolèrent des températures plus élevées (**Coffin, 2007**). À l'échelle du paysage, les réseaux routiers modifient les réseaux hydrographiques en augmentant le drainage, le débit global et les dépôts dans les cours d'eau (**Jones et al, 2000**).

1.3.3. Impact de l'éclairage de routes

La taille et le trafic des routes, ainsi que leur impact, influencent les populations animales en modifiant leur comportement et leur susceptibilité aux effets directs et indirects (**Jaeger et al, 2005**). Les grands mammifères, en raison de leur grande mobilité et de leur faible taux de reproduction, sont particulièrement sensibles aux effets négatifs des routes. De plus, les oiseaux migrateurs, qui sont plus mobiles, sont également plus affectés par les routes que ceux qui le sont moins. Les amphibiens et les reptiles sont généralement très sensibles aux conséquences néfastes des collisions routières, en particulier les anoues (grenouilles et crapauds). Les populations à faible taux de reproduction et de petite taille sont les plus touchées (**Rytwinski et Fahrig, 2012**).

La lumière artificielle près des routes perturbe le comportement de la faune nocturne (**Laurance et al., 2009**), en particulier en ce qui concerne leur comportement migratoire (**Stone et al., 2009**). De nombreuses espèces migratrices, telles que les oiseaux, sont désorientées par la pollution lumineuse causée par l'éclairage routier, ce qui affecte leur orientation par rapport aux étoiles (**Glista et al., 2009**).

Les animaux migrateurs sont particulièrement sensibles à ces barrières. La disparition d'une espèce isolée peut résulter de ces obstacles à leurs déplacements (**Rozier, 1999**). De plus, la mortalité routière due aux collisions avec les véhicules peut créer un effet barrière, réduisant le flux génétique et fragmentant ainsi les populations (**Jackson et Fahrig, 2011**).

1.3.4. Impact de la pollution et de la lumière artificielle sur la végétation.

Il est difficile de respirer l'air plus sec près des routes, où la poussière a un impact significatif sur la végétation voisine en recouvrant les feuilles et en altérant la photosynthèse, la respiration et l'évapotranspiration (**Farmer, 1993**). Cette poussière contient des contaminants volatils, parmi lesquels certains sont phytotoxiques. Ces contaminants peuvent pénétrer directement dans les tissus végétaux et s'accumuler sur la végétation et le sol. En conséquence, la poussière peut causer des dommages, réduire la productivité et modifier la structure des communautés végétales proches de la route.

Les lichens atypiques et les sphagnes sont particulièrement sensibles à ces effets. Les phytotoxiques peuvent également affecter la respiration animale (**Farmer, 1993 ; Forman et Deblinger, 2000**).

La lumière artificielle provenant du trafic nocturne des véhicules influence la croissance des plantes.

1.4. Lediagnosticdesimpactsroutiersobservés et les possibilités deremédiation.

L'activité humaine altère la répartition et le comportement des différentes espèces animales. Les perturbations les plus fréquentes concernent le réseau routier. En Amérique du Nord, les routes sont l'une des principales causes de la fragmentation des habitats jadis contigus ; elles constituent un obstacle au déplacement de la faune et entravent l'accès aux ressources nécessaires (**Trombulak et Frissell, 2000 ; Lesmerises et al., 2012**). De plus, cet effet de barrière peut entraîner une mortalité routière plus élevée chez les espèces incapables de traverser ou de contourner ces obstacles, entraînant ainsi une perte fonctionnelle d'habitat (**Benitez-Lopez et al., 2010 ; Leblond, 2011**).

1.4.1. Lamortalité routière de la faune.

Le taux de mortalité est influencé par plusieurs facteurs environnementaux principaux. Le volume de circulation routière et la densité du réseau routier sont des facteurs importants qui affectent les routes. La vitesse des véhicules, la taille des populations fauniques et le couvert végétal environnant jouent également un rôle déterminant. De plus, la présence d'habitats fauniques ou d'éléments attractifs à proximité, tels que des ponts et des voies sur l'emprise routière, peut influencer ces taux (Ministerio de Propaganda, 2013).

Au Québec, les informations sur les accidents de faune concernent principalement le cerf de Virginie, l'orignal, le caribou et l'ours noir (MTQ, 2013). En revanche, les autres espèces sont statistiquement moins représentées en Amérique du Nord, bien que la plupart d'entre elles soient également touchées par la mortalité routière (**Beier et al, 2008**). La mortalité routière, associée à l'effet de barrière des routes, peut avoir un impact significatif sur la survie des animaux, entraînant généralement des densités et des taux de croissance faibles. En **2009, Fahrig et Rytwinski** ont cité les travaux de (**Beckman et al. 2010**).

Les collisions entre la faune et les voitures varient en fonction des espèces, des saisons et des heures de la journée, selon les habitudes des animaux. Par exemple, les collisions impliquant le sanglier (*Sus scrofa*) se concentrent pendant l'automne et l'hiver, ainsi qu'après la tombée de la nuit. Les chevreuils (*Capreolus capreolus*) sont responsables de plusieurs collisions au printemps et en été (**Diaz-Varela et al., 2011**). Les amphibiens, quant à eux, sont particulièrement vulnérables à la mortalité routière lors de leurs déplacements de masse pendant les averses (**Laurance et al, 2009**). De nombreux accidents surviennent également pendant les recherches de nourriture, les dispersions

et durant les périodes de reproduction.

Les amphibiens et les reptiles sont généralement très sensibles aux effets négatifs de la mortalité routière, et les anoures (grenouilles et crapauds) sont particulièrement vulnérables. Les populations ayant un faible taux de reproduction et une petite taille sont les plus touchées (**Rytwinski et Fahrig, 2012**). La mortalité routière de la faune se concentre principalement sur les mammifères, les reptiles et les amphibiens, mais les oiseaux sont également touchés. En effet, les oiseaux sont souvent plus vulnérables aux collisions avec les véhicules que les mammifères (**Clevenger et al, 2003**).



Figure 2 : . Dead common toad (*Bufo bufo*, arrow) on the tracks with dead grass snake (*Natrix natrix*). (Photo by K.M. Budzik in Karolina A et al, 2015)

Les interactions entre l'effet de barrière et l'effet de mortalité routière influencent le taux de décès et la réussite des traversées pour la faune. Par exemple, une augmentation de la vitesse et du volume de trafic routier réduit les chances de succès des traversées, car les animaux sont plus susceptibles d'être bloqués ou empêchés de traverser. De plus, un accroissement du bruit causé par le trafic renforce l'effet de barrière. En conséquence, ces facteurs peuvent avoir un impact significatif sur la survie générale de certaines espèces animales (**Jaarsma, 2006**).



Figure 3 : Collisionvéhicule/petitefaunesauvage(chatsauvage)

1.4.2. Les possibilités de remédiation

Les passages à faune sont des aménagements conçus pour permettre aux animaux de traverser les routes ou les voies ferrées en toute sécurité, réduisant ainsi le risque de mortalité et contribuant à la pérennité des populations animales (Baofa et al., 2006 ; Mata, Hervás, et al., 2008).

1.4.2.1. Les clôtures

Les clôtures et les murs orientent les animaux vers les passages sécurisés (Glista et al, 2009). Par exemple, l'installation de clôtures a permis de réduire la mortalité routière de 93,5 % dans le parc « Paynes Prairie State Reserve » en Floride (Dodd et al, 2004). De plus, dans le sud du Portugal, l'amélioration des passages existants avec des clôtures à maillage fin et enterrées a aidé à guider les petits et moyens carnivores vers ces passages, ce qui a diminué la mortalité (Grilo et al, 2009).

La méthode la plus efficace semble être l'installation de clôtures de chaque côté de la route (Clevenger et al, 2001 ; Dodd et al, 2007). Cependant, ces clôtures fragmentent l'habitat, et il est donc nécessaire de construire des passages fauniques le long de celles-ci pour préserver la connectivité entre les deux côtés de la route (Clevenger et al, 2001 ; Gagnon et al, 2011).



Figure 4 : Clôture a grand faune (en haute) clôture a moyenne faune (en bas) (Clevenger et al, 2017)

1.4.2.2. Les passages à faune.

Les passages inférieurs destinés à la grande faune sont conçus pour faciliter leur déplacement sous les routes. Les ongulés, en particulier, préfèrent des passages offrant une bonne visibilité et un dégagement adéquat. Selon les recommandations de (**Clevenger et Huisjer 2011**), la taille minimale conseillée pour ces passages est de 12 mètres de large sur 4,5 mètres de haut. Cependant, pour la route 175, le Ministère des Transports du Québec (MTQ) utilise des passages beaucoup plus petits, mesurant seulement 6 mètres de large sur 2 mètres de haut (**Bédard et al, 2012**).

Les passages inférieurs pour la petite faune se divisent en deux catégories : les tuyaux et les buses (ou dalots). Ces passages peuvent être utilisés par une variété d'espèces (**Glista et al, 2009**). Les buses sont des structures relativement petites, avec un diamètre variant de 0,3 à 2 mètres, fabriquées en béton, en acier lisse ou en tôle ondulée. Contrairement aux canalisations, ces passages ne sont pas secs, sauf en cas de fortes précipitations (**Glista, 2009**). Bien qu'ils aient été initialement conçus pour évacuer l'eau sous les routes, les buses et les dalots, classés comme passages de petite taille, peuvent être aménagés pour servir de passages fauniques. Cela peut inclure l'ajout de clôtures, la modification de l'habitat à l'entrée, l'intégration de banquettes sèches et d'autres ajustements.



Figure 5 : Quatre types de passages fauniques conçus pour les mammifères de petite et de moyenne taille le long de la route : (a) ponceau sec (PS) ou tuyau circulaire, (b) ponceau avec tablette de bois installée en porte-à-faux (PTBois), (c) ponceau avec pied sec de type tablette de béton (PTBét); (d) ponceau avec banquette de béton (PBBét) (**Jochen A.G. Jaeger et al, 2019**).

En cas d'inondation des passages souterrains, les banquettes peuvent être utilisées sous différentes formes. Les passages inférieurs accueillent une grande variété d'espèces (**Mata et Hervas, 2008**). Les mammifères utilisent tous les passages routiers inférieurs, tandis que 75 % des passages sont

fréquentés par des espèces aquatiques. Les passages de plus petit diamètre sont généralement plus utilisés par les amphibiens et sont rarement fréquentés par les mammifères (**Glista et al, 2009**). Certains passages plus petits sont spécialement conçus pour répondre aux besoins de certaines

populations. En Europe, les passages pour amphibiens, appelés batracoducs, sont des tuyaux plus petits que les buses (**Forman et al, 2003**). Les batracoducs ont montré des résultats positifs en matière de protection de la faune (van **Bohemen, 1998**).

Selon Yanes et al. (1995) et Clevenger&Waltho (2000), l'emplacement des passages pour la faune est un facteur clé de leur efficacité, particulièrement pour les espèces petites et moins mobiles. Cette importance a été confirmée pour les reptiles et amphibiens (**Glista et al., 2009**) ainsi que pour les espèces migratrices (**Bohemen, 1998**). Le mouvement faunique indique que de grands espaces de passage sont nécessaires pour permettre la circulation des animaux, ce qui est crucial pour la préservation de la connectivité entre les populations et la minimisation des collisions (**Lewis et al., 2011**). Il est également essentiel que les passages soient situés dans des habitats naturels et éloignés des anomalies (**Rodriguez et al., 1996**).

Plusieurs types de banquettes peuvent être utilisés dans les situations où les passages souterrains sont inondés. Les passages inférieurs servent de conduits pour une grande variété d'espèces(**Mata et Hervas, 2008**). En général, ces passages sont occupés par des mammifères et, dans 75 % des cas, par des espèces aquatiques. Les passages de plus petit diamètre sont souvent utilisés par les amphibiens, mais sont rarement fréquentés par les mammifères(**Glista et al., 2009**). Certains passages sont spécifiquement conçus pour répondre aux besoins de certaines populations. En Europe, des passages appelés batracoducs, qui sont des tuyaux plus petits que les buses, ont été développés pour les amphibiens(**Forman et al, 2003**).Les batracoducs ont montré des résultats positifs en matière de protection de la faune(**Bohemen, 1998**).

CHAPITRE II

MATERIALES ET

METHODES

2.1 Caractéristiques générales de la zone d'étude : la vallée de la Soummam

2.1.1 Localisation et délimitation géographique

Le prolongement oriental de la vaste vallée de la Soummam est connu sous le nom de basse vallée de la Soummam. Situé dans la région nord-est d'Alger, il s'étend entre 3°40' et 5° 45' de longitude et 3° et 36° 45' de latitude. D'une superficie de 9 125 km², il est divisé en 10 sous-bassins dont l'un est le bassin inférieur de la Soummam. Les limites de cette vallée sont définies par les imposantes montagnes de Taourit Ighil, Gouraya et Arbalou au nord, les collines d'Oral-Hadja et les chaînes de Babors au sud, la vaste mer Méditerranée à l'est et le seuil de Sidi-Aich à l'ouest **Figure 6(anonyme, 2006)**.

L'oued Soummam est formé par l'intersection de deux affluents importants ; l'Oued Sahel, drainant les versants du plateau de Sétif et l'oued Bousselam drainant les versants et la plaine de Bouira. Il traverse le bassin de la Soummam d'Ouest en Est, présentant une série de méandres. Plus on se rapproche de l'exutoire, plus les méandres sont visibles **(ABID et YUCEF, 2019)**.

La largeur moyenne de la base de la basse vallée de la Soummam est d'environ 2km, avec une largeur se rétrécissant jusqu'à 100m dans le cours supérieur des gorges de Sidi Aich et jusqu'à 4 ou 5 km dans la zone d'El Kseur ou plaine à l'embouchure de Béjaïa.

La vallée entre Tazmalt et Béjaïa a une longueur de 65 km et un dénivelé de 166 m (soit une pente moyenne de 1,85‰). La longueur moyenne du fond de la vallée est de 2km, se rétrécissant à 100m de large au niveau des gorges de Sidi Achi et s'élargissant à 4 ou 5km dans les plaines d'El-Kseur et de Bejaïa. **(DAHMANA, 2008)**.

par des chevauchements géologiques notables des périodes Oligocène et Miocène (KESSASRA, 2015).

La vallée de la Soummam peut être divisée en trois groupes géomorphologiques distincts : l'ensemble nord, l'ensemble sud et l'ensemble qui englobe la plaine de l'oued Soummam, les principaux affluents de la vallée et les reliefs environnants. S'étendant dans une direction étroite SW-NE, la vallée de l'oued Soummam trace un sillon à travers le paysage. La rivière du même nom serpente dans sa plaine sur environ 90 km. La vallée s'étend sur 65 km entre Tazmalt et Béjaia, avec un dénivelé de 166 m (soit une pente moyenne de 1,85 ‰). À son point le plus étroit, la vallée mesure environ 2 km de largeur, mais elle peut s'élargir jusqu'à 4 ou 5 km à El-Kseur. Les gorges de Sidi-Aich créent un goulot d'étranglement, resserrant la vallée sur seulement 100 m de large. Enfin, l'embouchure de l'oued Soummam s'ouvre sur la plaine de Bejaia (MOALI, 2009).

A l'exception du cours supérieur du Boussellam dans les hauts plateaux, la majorité de la région de la Soummam est constituée de terrains montagneux escarpés. L'altitude moyenne de ce bassin est d'environ 750 m. Les zones couvertes de la région sont généralement imperméables, entraînant une érosion importante et la présence de nombreuses surfaces nues. En revanche, la vallée de la Soummam offre un relief beaucoup plus doux, caractérisé par des pentes majoritairement inférieures à 3% et une altitude relativement faible allant de 0 à 300 m (KACI et OUANAS, 2009).

2.1.3 Climatologie

2.1.3.1 Climat générale:

La vallée de la Soummam présente un climat méditerranéen englobant trois étages bioclimatiques distincts :

- L'étage humide : Situé sur le bassin versant nord, avec plus de 900 mm de précipitations annuelles.
- L'étage subhumide : S'étend d'El Kseur à Sidi Aich, avec des précipitations moyennes de 600 à 900 mm par an.
- L'étage semi-aride : allant de Sidi Aich à Tazmalt, avec des précipitations annuelles de 400 à 600 mm et des températures plus élevées (26 à 30°C).

La région présente des variations climatiques dues à ses caractéristiques géographiques, allant d'un climat subhumide dans la partie basse de la vallée à un climat semi-aride ou aride dans le reste du bassin versant (MOALI, 2009).

Tableau I : Moyennes mensuelles des températures (maximas ‘M’ et minimas ‘m’) et des précipitations ‘P’ dans la région de la basse vallée de la Soummam (MOALI, 2009).

| MOIS | Jan | Fév. | Mar | Av. | Mai | Juin | Juil. | Aout | Sept | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| M(C°) | 16.7 | 17.0 | 18.7 | 20.4 | 23.1 | 26.6 | 29.8 | 30.3 | 28.7 | 25.5 | 20.9 | 17.7 |
| m(C°) | 7.4 | 7.9 | 9.0 | 10.6 | 13.8 | 18.5 | 20.3 | 21.4 | 19.4 | 15.8 | 11.6 | 7.8 |
| M+m/2 | 12.0 | 12.4 | 13.8 | 15.5 | 18.4 | 22.5 | 25.0 | 25.8 | 24.0 | 20.6 | 12.2 | 13.2 |
| P (mm) | 116 | 114 | 86 | 72 | 43 | 14 | 8 | 11 | 48 | 88 | 96 | 135 |

2.1.3.2 Les températures :

Les variations de température dans les cours d'eau reflètent celles de l'air, mais avec des variations plus faibles. Pour que les organismes prospèrent, ils doivent exister dans une plage de températures d'environ 0 à 50°C, ce qui permet des fonctions métaboliques normales. En analysant les données collectées sur une période de 38 ans (1970 à 2008), la température annuelle moyenne est de 17,91°C. Le mois le plus froid, janvier, connaît une moyenne mensuelle minimale de 7,4°C, tandis que le mois le plus chaud, août, connaît une moyenne mensuelle maximale de 29,8°C. En comparant les températures annuelles moyennes calculées sur une période de 38 ans à celles de 2008, il devient évident que le climat de 2008 était plus chaud, avec une température annuelle moyenne de 18,54°C (KACI et OUANAS, 2009).

Sur la base des données fournies dans le **tableau II**, il est évident que la zone d'étude connaît un climat modéré et humide pendant les mois d'hiver, tandis que les mois d'été sont caractérisés par des conditions chaudes et arides, indiquant un climat méditerranéen.

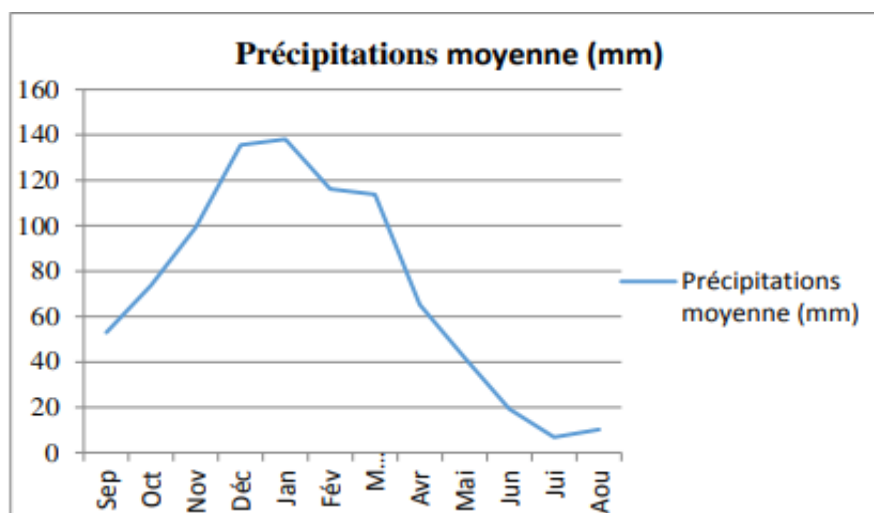
Les températures moyennes les plus élevées sont généralement observées pendant la saison estivale, plus précisément entre juin et août, allant de 21,4 à 25,6°C. À l'inverse, les températures les plus basses, autour de 11°C en moyenne, se produisent pendant les mois d'hiver, de décembre à février. Les températures les plus froides enregistrées sont généralement observées en janvier, atteignant un minimum de 8,95°C. Pour les mois restants, les températures se situent dans une fourchette intermédiaire, allant de 12,7 à 25,6°C (ABDELLOUCHE et KEROUAZ, 2019).

Tableau II : Les valeurs moyennes mensuelles des températures à la station de Bejaia Aéroport

| Mois | Sep | Oct. | Nov. | Déc. | Jan | Fév. | Mars | Av | Mai | Juin | Juil. | Aout |
|---------------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| T (C°) 2002-2012 | 22.8 | 20.3 | 15.5 | 12.3 | 10.1 | 11.4 | 13.5 | 15.9 | 18.7 | 22 | 25.4 | 26.4 |
| T (C°) 2014-2018 | 23 | 19.4 | 15 | 11.6 | 7.8 | 10.8 | 12 | 14.6 | 17 | 20.8 | 23.8 | 24.8 |
| T (C°) Moyenne | 22.9 | 19.85 | 15.25 | 11.95 | 8.95 | 11.1 | 12.75 | 15.25 | 17.85 | 21.4 | 24.6 | 25.6 |

2.1.3.3 Les précipitations :

L'illustration fournie(**figure 7**) montre la fluctuation des précipitations moyennes tout au long de l'année, atteignant son point le plus élevé en janvier à environ 138 mm et son point le plus bas en juillet à 6,84 mm. La saison hivernale connaît la plus grande quantité de précipitations, contribuant à la reconstitution de la nappe phréatique et à la dispersion des composants chimiques. À l'inverse, la saison estivale est caractérisée par des conditions relativement arides, entraînant une évaporation accrue et par conséquent une concentration d'éléments chimiques spécifiques, tels que les sels dissous, dans l'eau(**ABDELLOUCHE et KEROUAZ, 2019**).

**Figure 7** : Variation mensuelle des précipitations à la station de Béjaia Aéroport (2002-2018)

2.1.4 Hydrographie

La région de l'Atlas tellien abrite la Soummam, un réseau de voies navigables étendu et bien fourni, comprenant le Djurdjura, les Babors et les Bibans. Ce système hydrographique couvre une vaste

superficie de 9 125 km², s'étendant sur quatre wilayas : Bouira, Bordj Bou Arréridj, Sétif et Béjaïa. Aux côtés des rivières Cheliff, Tafna et Rhummel, la Soummam s'érige fièrement en l'un des principaux cours d'eau d'Algérie (BENACHOUR, 2016).

L'oued Soummam sert de plaque tournante à de nombreux oueds plus petits, notamment Imoula, O.Ighzer Amkran, O.Seddouk, O.Amassine, O.Remila, O El kseur, O.Amizour et O.Ghir. Une récente étude menée par la Direction des Moyens et des Ressources Alluviales (D.M.R.A.) a mis en évidence la présence d'une vaste source d'eau souterraine qui s'étend de Cheurfa à Bouira jusqu'à Oued Ghir à Béjaïa. Cette source d'eau est divisée en deux sections par la barrière géologique de Sidi Aich, faisant office d'obstacle hydraulique entre Tazmalt et Sidi Aich, ainsi qu'entre Sidi Aich et Bejaia. Le volume estimé de cette source d'eau est d'environ 22 106 m³. Par ailleurs, il convient de noter que la nappe phréatique se situe à plus de 2 mètres sous la majorité des terres cultivables (figure 8) (MEKHNACHE, 2016).

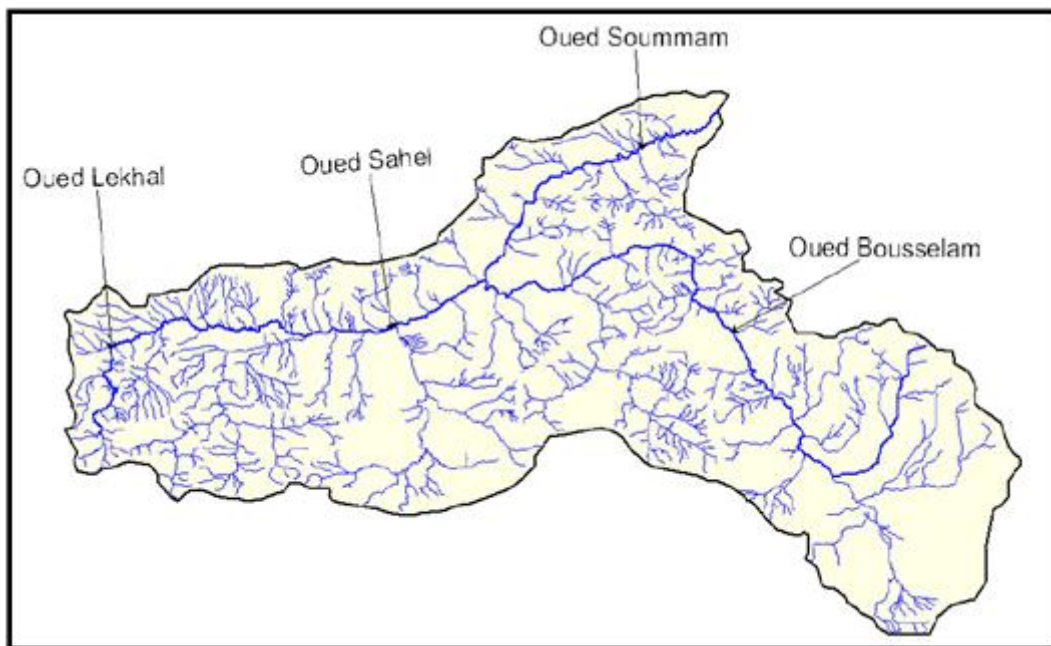


Figure 8 : Réseau hydrographique du bassin (DAHMANA, 2008)

2.1.5 Diversité éco-paysagère et des habitats naturels

2.1.5.1 Les formations forestières :

La vallée de l'Oued Soummam possède une gamme d'importances écologiques et socio-économiques. Par conséquent, les zones humides situées dans cette zone abritent une vie végétale et animale diversifiée et abondante. La végétation qui borde ces milieux humides, connue sous le nom

de végétation riveraine ou riveraine, est typiquement caractérisée par la prédominance d'espèces d'arbres et d'arbustes. Au sein de l'oued Soummam, ces formations sont denses, étroites et discontinues, avec des espèces telles que *Populus alba*, *Tamarix africana*, *Salix sp.*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Fraxinus angustifolia* et *Arundo donax* dominant la plaine. Dans les ruisseaux de montagne et les ravins, *Alnus glutinosa*, *Ulmus campestris*, *Tamarix africana* et *Salix alba* ont la priorité (MAY et BOUKOUCHA,2022).

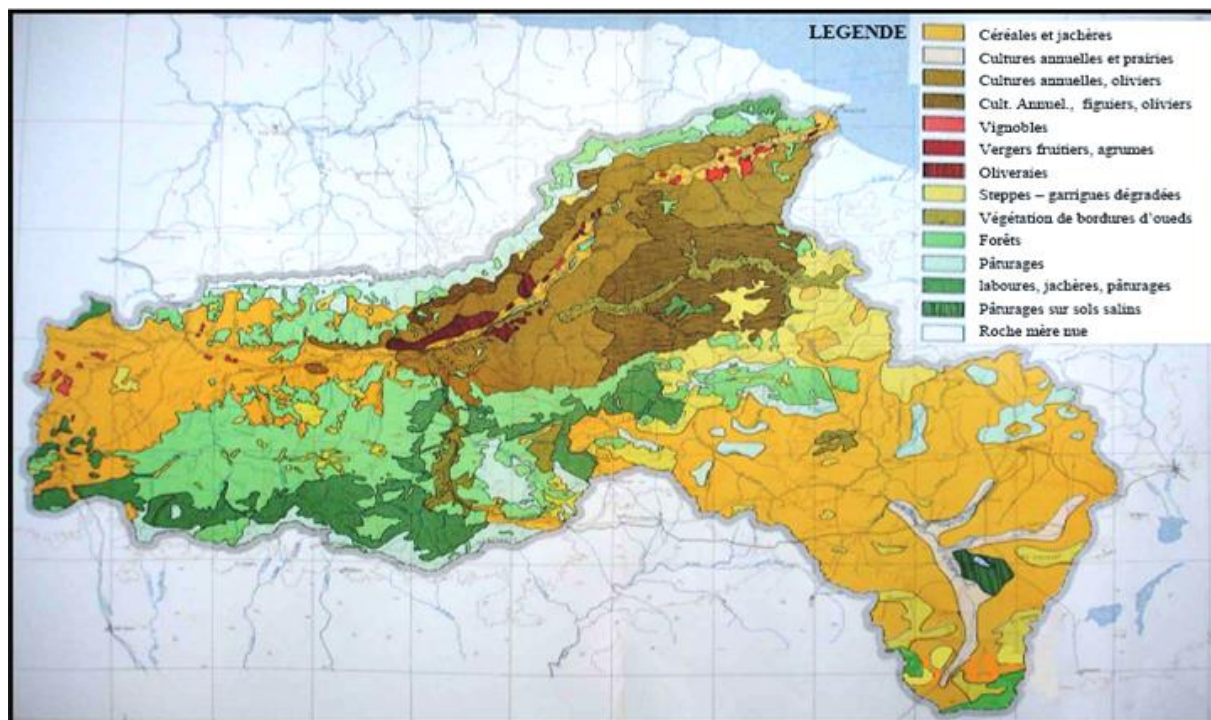


Figure 9 : Carte d'utilisation du sol dans le bassin versant de la Soummam

2.1.5.2 Les cultures

Les pentes de cette région sont ornées d'environnements cultivés, mettant en valeur des vergers remplis d'oliviers, de figuiers et des champs de céréales comme le blé et l'orge. En descendant vers la plaine, le paysage est dominé par des oliveraies bien entretenues qui s'étendent sur le plateau de la haute vallée de la Soummam, s'étendant de Sidi Aich à Bouira. En se dirigeant vers la zone côtière, la basse vallée de la Soummam abrite une plaine fertile où prospèrent diverses parcelles de maraîchage, de céréales, de vignes et d'arbres fruitiers (dont orangers, pommiers et néfliers). Ces parcelles sont souvent entourées de haies brise-vent, définissant leurs limites (DAHMANA, 2008).

2.1.5.3 Diversité floristique

a) Peuplement algologique de l'oued Soummam :

L'oued Soummam se caractérise par une grande diversité taxonomique, avec 62 taxons documentés entre mai et septembre, soulignant l'importance écologique de cet écosystème. Toutefois, de nombreuses formes restent non identifiées en raison du manque de documentation, suggérant une diversité potentiellement plus élevée. Les Chlorophytes dominent la plupart des stations étudiées (44 %), principalement les familles Oocystaceae, Scenedesmaceae, Chlorococcaceae, et Desmidiaceae. Les diatomées, appartenant aux Chromophytes, représentent 26 % des espèces identifiées, avec une prévalence des familles Nitzschiaceae, Naviculaceae et Coscinodiscaceae. Les Cyanophycées constituent 19 % de la population, dominées par les familles Oscillatoriaceae et Chroococcaceae. Les Euglenophytes, les moins représentés, ne regroupent que 7 espèces (11 %), avec une nette dominance du genre Euglena. Enfin, *Pseudanabaena crassa*, espèce habituellement trouvée en Asie et en Europe, se distingue par sa large répartition le long de l'oued Soummam.

Tableau III : La répartition des différents taxons d'algues en nombre et en pourcentage par embranchement et par zone humide (DAHMANA, 2008).

| Embranchement (nombre et pourcentage d'espèces recensées par station de récolte) | Oued Soummam | | | | Lac Mézaia | Lagune Tamellaht |
|--|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| | Akbou | Sidi Aich | El kseur | Embouchure | | |
| SCHIZOPHYTA Nbr % | 10 22.72 | 11 19.29 | 12 20.33 | 12 20.68 | 22 25.28 | 13 23.21 |
| EUGLENOPHYTA | 2 4.54 | 6 10.52 | 7 11.86 | 7 12.06 | 20 22.98 | 8 14.28 |
| PYRRHOPHYTA | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 1 1.14 | 4 7.14 |
| CHROMOPHYTA | 16 36.36 | 16 28.07 | 16 27.11 | 16 26.22 | 10 11.49 | 18 32.14 |
| CHLOROPHYTA | 16 36.36 | 24 42.10 | 24 40.67 | 26 42.62 | 34 39.08 | 13 23.21 |
| TOTAL | 44 | 57 | 59 | 61 | 85 | 56 |

b) Flore et végétation rivulaire (ripisylve) :

Dans la basse vallée de la Soummam, 101 espèces végétales réparties en 45 familles ont été documentées. Les Poacées sont les plus représentées avec 9 espèces (8,91 %), suivies des Astéracées et des Fabacées, avec chacune 8 espèces (7,92 %). Les Lamiacées, Cypéracées, et Liliacées comptent chacune 5 espèces (4,95 %), tandis que les Renonculacées, Rosacées, et Salicacées en ont 4 (3,96 %). Les Convolvulacées et Oléacées ont chacune 3 espèces (2,97 %). Plusieurs autres familles, dont les Araceae et Brassicaceae, comptent 2 espèces (1,98 %). Les 27

familles restantes sont représentées par une seule espèce chacune (0,99 %)(**ABID et YUCEF,2016**).

Il y a peu de recherches approfondies sur la végétation des zones humides de cette région, ce qui complique l'identification des espèces et des associations végétales typiques. Une étude de MAMOURI (2007) sur la forêt riveraine de l'oued Soummam pendant le printemps a effectué 11 prospections phytosociologiques, identifiant 47 espèces. La végétation le long de l'oued Soummam se divise en trois principales formations : les peupliers, les tamaris, et les laïcs (**DAHMANA, 2008**).

- **La peupleraie blanche :**

Depuis l'embouchure jusqu'aux abords d'El Kseur, cette section de l'oued est dominée par le peuplier blanc (*Populus alba*). On y trouve également des espèces telles que *Tamarix africana*, *Phragmites communis*, *Carex sp.*, et *Solanum nigrum* sur les talus, et un sous-bois dense composé de diverses plantes comme *Rosa sempervirens* et *Rubus ulmifolius*. Cette végétation riveraine est souvent restreinte à une bande étroite de 5 à 20 mètres de large.



Figure 10 : Peuplier blanc et *Phragmites communis* sur la rive gauche de l'oued Soummam(**DAHMANA, 2006**)

- **La tamaricaie (formation à *Tamarix africana*) :**

Entre Sidi Aich et Ighzer Amokrane, la végétation est dominée par des broussailles de *Tamarix africana* atteignant 2 à 2,5 mètres de hauteur, accompagnées d'espèces comme *Nerium oleander*, *Fraxinus angustifolia*, et *Pistacia lentiscus*. Une zone de transition se trouve entre El Kseur et Sidi Aich, où les formations de peupliers et de tamaris se mélangent.



Figure 11 : Formation végétale à *Tamarix africana* sur la rive droite de l'oued Soummam (DAHMANA, 2006).

- **La lauraie (formation à Laurier rose *Nerium oleander*) :**

De Ighzer Amokrane à la rencontre de l'oued Sahel et de l'oued Boussellam, le *Nerium oleander* (*laurier-rose*) est l'espèce dominante, prospérant dans des zones infiltrées par des alluvions graveleuses. Des arbustes de *Tamarix africana* et des parcelles de *Phragmites communis* sont également présents.

- **Les ripisylves bordant les affluents intraforestiers de versants :**

Au sein des ruisseaux forestiers permanents, la forêt riveraine est principalement composée d'aulnes noirs (*Alnus glutinosa*), accompagnés d'ormes (*Ulmus campestris*) et de saules (*Salix pedicelata*), ainsi que d'autres espèces telles que *Vitis vinifera* et *Smilax aspera*. Ces arbres atteignent souvent 30 mètres de hauteur et sont présents le long des ruisseaux étroits à substrat rocheux.

2.1.5.4 La diversité faunistique :

Les inventaires antérieurs menés dans la zone d'étude ont permis d'observer un total de 422 taxons animaux, comprenant 140 oiseaux, 36 mammifères, 23 poissons d'eau douce, 19 reptiles, 7 amphibiens et 197 invertébrés **Tableau IV**.

Tableau IV : Richesse taxonomique faunistique dans la vallée de l'oued Soummam
(MEKHNACHE, 2016)

| Faune | Nombre De familles | Nombre d'espèces |
|--|-----------------------|---------------------|
| Les vertébrés | | |
| Les mammifères | 17 | 36 |
| Les oiseaux | 43 | 140 |
| Les poissons | 12 | 23 |
| Les amphibiens | 05 | 07 |
| Les reptiles | 09 | 19 |
| TOTAL | 86 | 225 |
| Les invertébrés | | |
| Les invertébrés aquatiques des eaux courantes | 56 | - |
| Les invertébrés aquatiques des eaux stagnantes | 37 | 31 |
| Les invertébrés terrestres | 59 | 166 |
| TOTAL | 152 | 197 |

a) Les poissons :

Selon les inventaires réalisés par Bacha et Amara (2007), le peuplement ichthyologique de l'oued Soummam et ses principaux affluents comprend 19 espèces appartenant à 11 familles, avec une prédominance des *Mugilidae* et *Cyprinidae* (8 espèces). Trois espèces introduites ont également distinguées. L'embouchure de la Soummam est la zone la plus diversifiée, avec 15 espèces, dont 9 exclusives à cette zone.

Sur l'ensemble de ce cours d'eau, le peuplement de poissons se répartit en trois groupes écologiques ; le groupe des espèces marines et amphihalines près de l'embouchure, le groupedes espèces d'eau douce et euryhalines présentes dans le réseau principal et les affluents Bousselam et Sahel et, le troisième groupe inclut des espèces de *Cyprinidae* et l'espèce migratrice *Anguilla anguilla*, présentes dans les petits affluents de la Soummam.

Tableau V : Liste et occurrence des espèces capturées au niveau des différentes stations échantillonnées dans la Soummam et ses affluents (TC: très commune, C: commune, R: rare, (-): Absente, (*): espèces introduites).

| Familles | Espèces | Station | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|---------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|-------|----------|-----------|----------|------------|
| | | Akbou | Sidi Aich | El Kseur | Oued Ghir | Embouchure | Bousselem | Sahel | O.Ighrem | O.Amizour | O.Remila | O.El Kseur |
| Clupeidae | <i>Alosa fallax fallax</i> | - | - | - | - | R | - | - | - | - | - | - |
| Cyprinidae | <i>Barbus callensis</i> | TC | TC | TC | TC | - | TC | TC | TC | TC | TC | TC |
| | <i>Pseudophoxinus callensis</i> | TC | TC | TC | TC | - | TC | TC | TC | TC | TC | TC |
| | <i>Cyprinus carpio carpio</i> * | C | C | C | C | - | TC | C | - | - | - | - |
| | <i>Pseudorasbora parva</i> * | TC | TC | TC | TC | - | C | TC | - | - | - | - |
| Anguillidae | <i>Anguilla anguilla</i> | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Poecilidae | <i>Gambusia holbrooki</i> * | C | C | C | C | C | C | C | - | - | - | - |
| Mugilidae | <i>Chelon labrosus</i> | - | - | - | - | R | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Liza aurata</i> | - | - | - | - | R | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Liza saliens</i> | - | - | - | - | C | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Mugil cephalus</i> | TC | TC | TC | TC | TC | TC | TC | - | - | - | - |
| Moronidae | <i>Dicentrarchus labrax</i> | - | - | - | - | C | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Dicentrarchus punctatus</i> | - | - | - | - | R | - | - | - | - | - | - |
| Gobidae | <i>Gobius paganellus</i> | - | - | C | C | C | - | - | - | - | - | - |
| Blennidae | <i>Salaria fluviatilis</i> | C | C | C | C | C | - | C | - | - | - | - |
| Petromyzontidae | <i>Petromyzon marinus</i> | - | - | C | C | C | - | - | - | - | - | - |
| Carangidae | <i>Trachinotus ovatus</i> | - | - | - | - | R | - | - | - | - | - | - |
| Scianidae | <i>Umbrina cirrosa</i> | - | - | - | - | TC | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Sciaena umbra</i> | - | - | - | - | TC | - | - | - | - | - | - |

b) Les mammifères :

L'étude approfondie des populations de mammifères dans les zones humides en Algérie fait encore défaut. Les informations existantes sont incomplètes et se concentrent principalement sur un nombre limité d'espèces ou de sites spécifiques, principalement terrestres. Dans la vallée de la Soummam, la composition de la faune mammifère a été partiellement déterminée grâce à l'examen du régime alimentaire des oiseaux et des mammifères, ainsi qu'à des observations sporadiques de terrain enregistrées par différents naturalistes. La littérature disponible sur les observations en Kabylie de la Soummam concerne principalement les espèces dépendantes des habitats terrestres. Dans l'ensemble de la vallée de la Soummam, la composition spécifique de la faune des mammifères a été déterminée soit, à partir de l'analyse du régime alimentaire de certaines espèces d'oiseaux ou de mammifères, soit à partir des observations ponctuelles sur le terrain de certaines localités rapportées occasionnellement par divers naturalistes (Ahmim, 2004 ; Ait Ahmed & Bakour,

2006) (voir **Annex 1**). Parmi les espèces les plus remarquables dans les habitats humides : la loutre d'Europe *Lutra lutra*, la mangouste ichneumon (*Herpestes ichneumon*) et le sanglier *Sus scrofa*.

c) Les oiseaux :

Une étude menée par Dahmana (2003) a recensé 118 espèces d'oiseaux dans les zones humides de la basse vallée de la Soummam en 2001 et 2002. Parmi elles, 48 sont sédentaires, 28 nichent en été, 18 hivernent et 24 sont migratrices de passage. La zone « cours d'eau – forêt riveraine » est le principal refuge durant la saison de reproduction, abritant 55 des 75 espèces présentes, suivie des zones riveraines cultivées (35 espèces) et des habitats lacustres (27 espèces). En hiver, 66 espèces sont recensées, dont 39 le long de l'oued Soummam et de la forêt riveraine. La lagune de Tamellaht, avec sa barrière de dunes côtière, héberge de nombreuses espèces hivernantes, notamment des oiseaux aquatiques et marins comme la foulque, le cormoran huppé et la mouette rieuse. Pendant les périodes migratoires, 24 espèces sont observées, principalement dans la lagune de Tamellaht (17 espèces), le littoral marin adjacent (13 espèces), et l'oued Soummam (7 espèces).

d) Les amphibiens :

Une étude menée par Azegagh et Ghilas (2006) ainsi que Dahmana et al. (2006) a recensé 17 espèces de reptiles et 6 espèces d'amphibiens dans la basse vallée de la Soummam, une région de la Kabylie auparavant inexplorée à cet égard. Les reptiles incluent 2 Chéloniens (tortues), 9 Sauriens (lézards) de 4 familles (Gekkonidae, Scincidae, Lacertidae, Chamaeleonidae), 5 Ophidiens (serpents) avec 4 espèces de Colubridae et 1 de Viperidae, ainsi qu'un Amphisbénien (Trogonophidae). Les amphibiens comprennent 4 Anoures de 4 familles différentes et 2 Urodèles de la famille des Salamandridae.

Les espèces d'amphibiens les plus répandues sont *Pelophylax saharica* et *Amietophrynus mauritanicus*, la première montrant une forte dépendance aux milieux aquatiques. Parmi les reptiles, *Natrix maura* est également présente dans les milieux aquatiques, tandis que des espèces comme *Lacerta pater pater*, *Chalcides mertensi*, *Tarentola mauritanica*, et *Coluber hippocrepis* sont localisées dans les zones terrestres riveraines humides. La couleuvre à collier (*Natrix natrix astreptophora*) est aussi présente dans cette région, observée dans des cours d'eau de plaine et à l'amont de l'oued Amacine (**DAHMANA et al, 2006**).

2.1.6 Activités humaines et leurs impacts sur l'environnement et la biodiversité

2.1.6.1 Activités agricoles

La vallée de la Soummam présente un paysage majoritairement doux, caractérisé par des pentes inférieures à 3%, ce qui permet une intensification potentielle de l'agriculture sans les limites de la mécanisation. Cette région englobe une étendue agricole totale de 75 888 hectares, représentant 35% des terres agricoles de Bejaia, dont 87% sont classées comme terres agricoles productives. Une gamme diversifiée de cultures est cultivée dans la plaine, notamment des plantations fruitières à 56 %, des cultures herbacées à 18 %, des prairies naturelles à 1 %, des vignobles à 1 % et des terres de repos à 24 % (MAY et BOUKOUCHA, 2022).

L'agriculture est l'une des sources principales de pollution des sols et des eaux engendrées par l'application de divers engrais et pesticides, notamment des insecticides, des fongicides et des herbicides, destinés à lutter contre les insectes, les champignons et les mauvaises herbes tout en améliorant à la fois la qualité et la quantité des cultures.

2.1.6.2 Activités industrielles

La région de la Soummam se caractérise par une forte activité industrielle, avec de nombreuses unités industrielles réparties sur tout le territoire. Cela comprend trois zones principales – Bejaia, Elkseur et Akbou – qui servent de points focaux pour ces opérations. L'activité industrielle se divise principalement en cinq secteurs : les matériaux de construction (27 %), l'agroalimentaire (26%), la pharmacie et la chimie plastique (19%), le textile (9%) et la métallurgie et Acier (3%).

Dans la vallée de la Soummam, un total de 1.228 unités industrielles ont été recensées. En tête de ce décompte se trouvent les unités de l'industrie agroalimentaire, qui représentent 598, suivies par les industries et activités liées aux carburants, dont 189 unités issues des districts et stations-service de NAFTAL. En troisième position, avec 180 unités dédiées aux matériaux de construction. Parmi les communes, Tazmalt occupe la première place, abritant 149 unités polluantes, dont 97 sont axées sur la production d'huiles végétales (MAY et BOUKOUCHA, 2022).

Le **tableau VI** ci-dessous présente les différents types de déchets produits par les différentes installations industrielles de la zone, ainsi que leurs quantités respectives.

Tableau VI : Activités industrielles polluantes dans la vallée de la Soummam

| | Matériaux De construction | Industrie Chimique Et plastique | Textile Et Cuir | Agroalimentaire | Liégeois-cellulose | Métallurgique | Dives | GSM |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|------------|----------|
| Béjaia | 41 | 25 | 12 | 34 | 11 | 24 | 40 | 3 |
| Akbou | 39 | 15 | 3 | 115 | 6 | 4 | 22 | / |
| El kseur | 13 | 7 | 1 | 77 | 2 | 5 | 18 | / |
| Amizour | 27 | 6 | 2 | 108 | 31 | 28 | 49 | / |
| Sidi-Aich | 12 | 17 | 6 | 62 | 2 | 9 | 21 | / |
| Seddouk | 6 | 3 | / | 53 | 1 | 10 | 12 | / |
| Tazmalt | 42 | 8 | / | 149 | 2 | 11 | 27 | / |
| TOTAL | 180 | 81 | 24 | 598 | 55 | 91 | 189 | 3 |

2.2 Présentation du site d'étude : la pénétrante autoroutière Bejaia-Ahnif

Pour améliorer le réseau routier national et faciliter les échanges commerciaux, les pouvoirs publics ont lancé dès 2013 l'aménagement d'une voie de circulation autoroutière pour relier le port de Béjaïa à l'autoroute Est-Ouest. Une fois achevé, cet axe stratégique permettra de réduire considérablement la congestion des routes locales déjà congestionnées notamment la route nationale RN 26 (**HADDAD et OUGUENOUNE, 2021**).

Cette autoroute est prévue sur une largeur de 100 Km avec un profil de circulation comportant deux (02) sections parallèles de trois (03) voies chacune et une largeur de 33 m, bien que l'emprise ou la largeur aménagée varie selon la géomorphologie locale. La réalisation a été confiée à un groupement d'entreprises Sino-Algérien (CRCC et SAPTA). L'ouvrage entier traverse la vallée de la Soummam et comporte à plusieurs endroits divers ponts, tunnels, échangeurs et parties souterraines d'évacuation des eaux. L'autoroute a été livrée à la circulation graduellement, tronçon par tronçon, jusqu'à la localité de Merdj Ouamane, (PK 16). Les 16 km restants sont en cours de travaux (du PK 16 au PK 0 au niveau du port de Bejaia).



Figure 12 :carte représente la zone d'étude la penetrente de béjaia(Agence Spatiale Algerienne, 2017)

2.3 Méthodologie de diagnostic de l'impact de l'autoroute sur la faune

Etant donné que l'ouvrage étudié tel qu'il a été observé sur le terrain ne comporte aucun aménagement spécialement conçu pour faciliter le déplacement de la faune, la présente étude était donc focalisée sur ce constat afin de tenter d'y remédier. Il s'agit essentiellement de dresser un état des lieux sur une grande partie du parcours de cet ouvrage autoroutier afin de répondre aux deux questions suivantes :

- Les ponts et les canaux souterrains réalisés sont-ils en mesure de jouer le rôle de passages souterrains pour la faune pour se déplacer d'une rive à l'autre de la section de cette autoroute ?
- Ces mêmes ponts et canaux souterrains sont-ils suffisamment répartis le long du parcours autoroutiers et existe-t-il de trop longs tronçons non pourvus de ces ouvrages de passages potentiels pour la faune ?

Les ouvrages potentiellement utiles comme passage à faune sont ceux ayant des dimensions suffisantes pour permettre aux animaux de plus grande tailles de passer sous la route pour atteindre les milieux situés du côté opposé. Sur l'autoroute ciblée dans ce travail, les ouvrages existants de ce genre sont représentés par les ponts, les canaux d'évacuation des eaux (les buses) et divers tunnels.

Dans un premier temps, il a été procédé au repérage de ces ouvrages visibles sur l’outil cartographique de Google Maps et épinglé de telle façon à les localiser facilement sur le terrain. Dans un deuxième temps, un travail a été réalisé au cours de sorties sur le terrain en empruntant l’autoroute avec un véhicule pour localiser via un smartphone les points préalablement épinglés sur Google Maps. A chaque arrêt devant un point localisé, on procède à la vérification de l’ouvrage repéré et à sa description sur une fiche de terrain (**voir annexes**).

Les informations notées concernent les aspects suivants :

- Type d’ouvrage souterrain (pont, tunnel, canal), ses dimensions (longueur, largeur, hauteur) et ses coordonnées géographiques,
- A l’échelle du tronçon autoroutier : présence de clôture sur les bordures de la route, présence d’animaux écrasés (espèce, état physique, sexe, âge, etc.), largeur approximative de l’emprise impactée par l’aménagement de la route, etc.)
- Caractéristiques du paysage local traversé par l’autoroute : type de milieu (cultures, habitations, forêts, maquis, etc.), activités humaine (agricoles, industrielle, etc.) et les espèces animales observées.

A la fin du travail pratique, un travail de représentation cartographique des données a été tenté à l’aide du logiciel Qgis version.

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre III : Résultats et discussion**3.1 Nombre et typologie des ouvrages rencontrés**

Sur l'ensemble de l'autoroute prospectée au cours de deux sorties effectuées sur le terrain, un total de 67 ouvrages ont été identifiés, décrits et géoréférencés. Ces ouvrages sont de différents types qu'on peut résumer en trois catégories ; ponts (23), canaux (27) et tunnels (17). Ces ouvrages souterrains ont été réalisés dans le cadre de la gestion des eaux et de prévention contre l'érosion, donc de la protection de l'infrastructure routière.

Ces trois catégories regroupent dans le détail des sous catégories représentées par une diversité de modèles qui diffèrent par leur géométrie et leur dimension.

Les ponts semblent les plus remarquables par rapport à leurs dimensions, notamment leur hauteur et leur longueur. En effet, la longueur des ponts varie de 15 m à 1 km et leur hauteur de 3 à 60 m. La dimension si importante de ces ponts offre le plus d'espace souterrain potentiellement utile pour le passage de la faune d'une manière générale comme l'illustre les photos suivantes.



Figure 13 : Photo de deux grands ponts : l'un en aval du tunnel de Sidi Aich (photo gauche), l'autre en amont (photo droite) (prise de vue : **DAHMANA** 10 juin 2024).

En plus de ces ponts, d'autres types d'ouvrages existants comme les tunnels possèdent également des dimensions suffisamment grandes pour permettre le déplacement des organismes sous la route. Leurs dimensions varient entre 1 et 3 m de hauteur et de 2 à 3 m de largeur. Ces tunnels semblent aménagés pour maintenir les possibilités de circulation à travers les différentes pistes agricoles, mais aussi contribuer à la gestion des eaux de surface, particulièrement lors des périodes d'inondation.



Figure 14 : Photos de tunnel simple (à gauche) et double (à droite)
(Prise de vue : **IDRI** 10 juin 2024)

Le troisième type ouvrage de type canal est également considéré comme potentiellement utile comme passage à faune. Ce type se rencontre dans 27 sites. Ces canaux, avec une hauteur variant entre 1 à 2 m et des longueurs allant de 1 à 1.5 m .jouent un rôle crucial dans la préservation de la biodiversité



Figure 15 : photo de double canal (à gauche) et canal en escalier (à droite)

(Prise de vue : **DAHMANA** 10 juin 2024)

En servant de passage à faune, ces canaux permettent à la petite faune comme les amphibiens, et reptiles et moyens comme le chacal (*Canis aureus*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), la loutre (*Lutra lutra*) la mangouste (*Herpestes ichneumon*). Traverser des zones potentiellement dangereuses, comme les routes et les infrastructures humaines. Ils offrent un espace sécurisé où les animaux peuvent circuler sans risque d'être percutés par des véhicules. De plus, ces ouvrages favorisent la connectivité entre les habitats, permettant aux espèces de se déplacer librement pour trouver de la nourriture, se reproduire ou échapper à des prédateurs.

Il existe deux types d'ouvrages aménagés comme passage faunique. Ils sont ouvrages mixtes et ouvrages inférieurs.

Ces ouvrages ont été conçus pour répondre aux besoins des animaux en facilitant leur recherche de nourriture, leur reproduction et leur traversée des routes. Les ouvrages jouent ainsi un rôle crucial dans la préservation de la faune en permettant aux espèces de se déplacer en toute sécurité, réduisant ainsi les risques de collisions avec les véhicules. En favorisant la connectivité entre les habitats, ces passages contribuent également à la diversité biologique et à la résilience des écosystèmes.

Les deux types d'ouvrage sont :

Ouvrage mixte : c'est-à-dire qu'il laissera passer les voitures et la faune, comme tunnel. Utilisé pour grande faune.

Ouvrage inférieurs : une structure conçue pour permettre la passage sécurisé de petite et moyens animaux. ces ouvrages tels que des canal, visent à réduire les risques de collision entre la faune et les véhicules. ils facilitent la migration des animaux et contribuent à la biodiversité en permettant aux espèces de traverser en toute sécurité.

L'aménagement de ce passage est essentiel pour soutenir les populations de faune, en particulier celles qui sont vulnérables à la fragmentation de leur habitat. En intégrant ces canaux dans les projets d'infrastructure, nous contribuons à la conservation des écosystèmes et à la protection de la biodiversité.

3.2 Répartition des ouvrages

La répartition des passages potentiels le long de la pénétrante A20 semble bien organisée et dépend largement des caractéristiques géographiques du tracé.

Les passages potentiels (canaux, ponts, tunnels) sont distribués de manière stratégique en fonction des besoins géographiques et topographiques. Ils apparaissent principalement aux points où l'infrastructure de l'autoroute croise des éléments naturels, comme des rivières, des vallées ou des reliefs montagneux.

Les ponts bien répartis, assurant une continuité efficace de l'autoroute à travers des terrains complexes. Les ponts traversent surtout les rivières et les ruisseaux, ils sont situés dans les zones montagneuses ou les reliefs importants.

Il existe des zones où ces passages sont plus fréquents, suggérant des régions géographiquement plus difficiles, comme des cours d'eau denses ou des montagnes nécessitant plus de ponts ou de tunnels pour maintenir la fluidité du trafic.

En résumé, la répartition des passages potentiels est bien ajustée aux contraintes naturelles et offre une continuité solide le long de l'autoroute A20, garantissant une infrastructure adaptée aux différentes zones géographiques traversées. **Figure 16**

3.3 Caractéristiques des sites identifiés

Les sites d'étude identifiés présentent des caractéristiques distinctes en termes de couverture végétale, d'habitats et de faune observée. Chaque site varie en fonction du type de végétation dominante (forêts, prairies ou zones arbustives), des types d'habitats qu'il abrite (zones humides, montagnes, plaines) et des espèces animales qu'on y observe.

La diversité de la couverture végétale le long des rives témoigne des interactions entre les milieux naturels et les activités humaines. Sur la rive gauche, la végétation est dominée par le roseau, souvent associé à des vergers d'oranges et à des cultures céréalières. Ce paysage est ponctué de zones où la végétation est rare, créant des espaces ouverts qui contrastent avec la densité des cultures environnantes. De l'autre côté, sur la rive droite, la végétation est caractérisée par la prédominance du tamarix, avec des vergers d'oranges et des champs de céréales. Parfois, des habitats mixtes intègrent ces cultures avec d'autres types de plantations, ajoutant à la diversité de l'écosystème.

Les oliviers jouent un rôle central dans la végétation de cette région, constituant la majorité des plantations, souvent associées à des cultures céréalières et des vergers d'oranges. Ils sont également présents dans des zones habitées, où ils s'intègrent harmonieusement avec les activités humaines. Certaines zones sont également marquées par une végétation sauvage ou des friches, dominées par le tamarix et le roseau, offrant un refuge pour la faune locale. D'autres, en revanche, sont principalement agricoles et présentent une faible couverture végétale, mais sont compensées par des vergers d'oranges et des cultures céréalières.

En ce qui concerne les observations fauniques, on a noté la présence d'oiseaux aquatiques tels que des cigognes, des aigrettes et des poules d'eau, souvent près des canaux et des oueds. Des rapaces

comme les milans noirs et les faucons crécerelles ont été aperçus en vol. Les corbeaux noirs sont également présents dans la région, ajoutant à la diversité des espèces animales.

Le verger d'orange et les pistes agricoles sont des éléments essentiels de ce paysage agricole riche et coloré. Les vergers d'oranges créent un environnement propice à la croissance des fruits, tandis que les pistes agricoles facilitent le transport des produits et la gestion des récoltes, favorisant une circulation fluide au sein de la zone cultivée. Cette combinaison de végétation et d'infrastructures soutient l'agriculture locale tout en favorisant la biodiversité en attirant différentes espèces d'oiseaux et d'autres animaux.

Les oueds Amizour et Amassine se caractérisent par une végétation dense le long de leurs cours d'eau. Ces zones riches en végétation jouent un rôle crucial dans l'écosystème environnant, en fournissant des ressources et des refuges pour de nombreuses espèces animales. L'interaction entre l'eau et la végétation crée un milieu dynamique qui soutient une biodiversité importante. En revanche, l'Oued Soummam se distingue par une végétation luxuriante grâce à un cours d'eau permanent, tandis que l'Oued Sec, dépourvu d'eau permanente, limite la diversité florale et se compose principalement de zones sèches, avec quelques vergers.

Enfin, la route de train et la route communale traversent des zones agricoles et des vergers. Bien que leur influence sur la végétation environnante soit limitée, ces infrastructures de transport jouent un rôle essentiel en facilitant l'accès aux terres cultivées, ce qui est crucial pour le développement de l'agriculture locale.

En résumé, cette analyse des sites d'étude révèle la richesse et la complexité des écosystèmes de la région. Chaque zone présente des interactions spécifiques entre la végétation, les habitats et la faune, influencées à la fois par les facteurs naturels et les activités humaines. Cette diversité souligne l'importance de la gestion durable des écosystèmes pour préserver l'équilibre écologique.

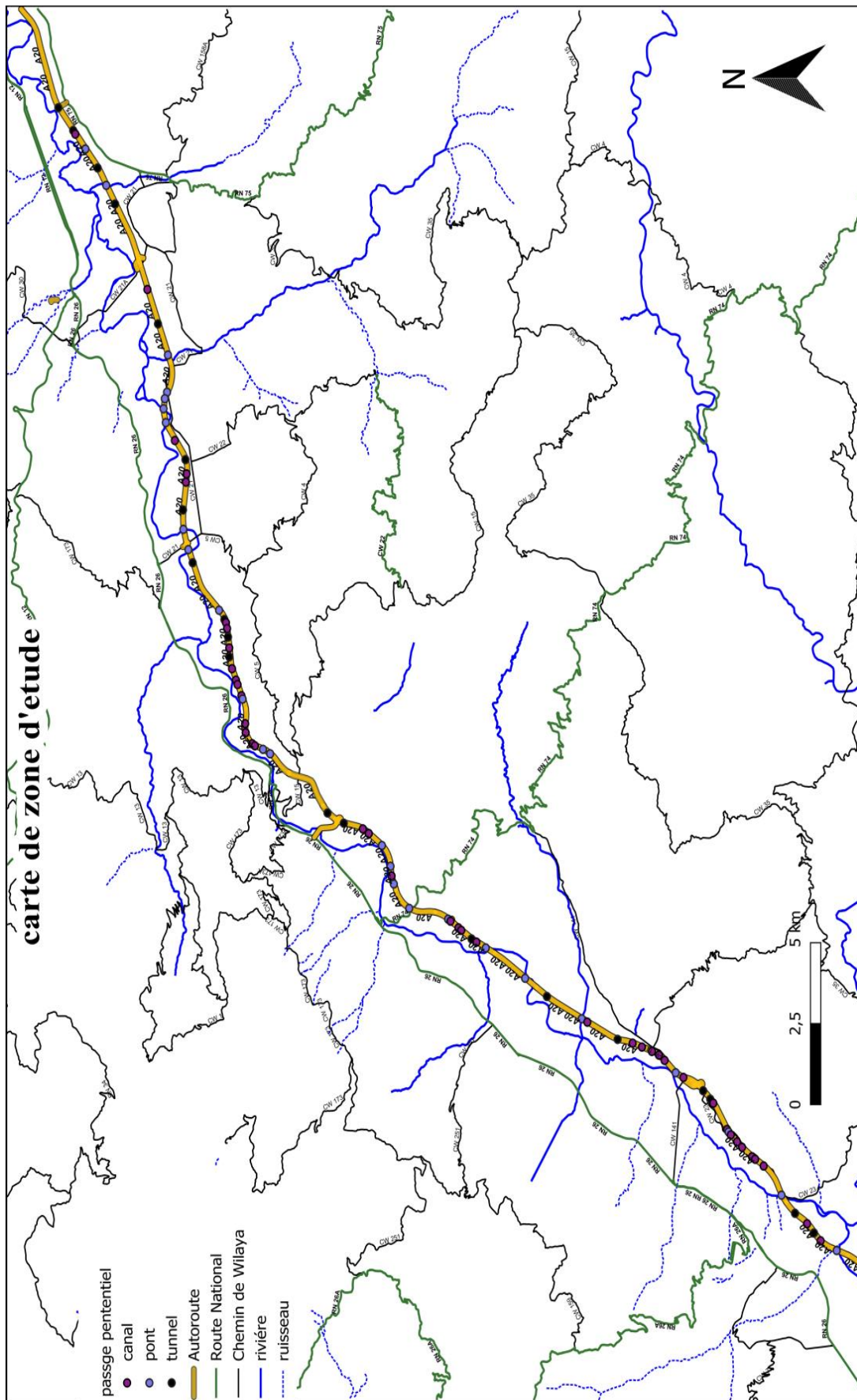


Figure 16 : Répartition spatiale des ouvrages souterrains rencontrés le long de l'autoroute A20 (tronçon étudié Akbou-Merdj Ouamane, Bejaia) (Carte réalisée sous Qgis)

CONCLUSION

CONCLUSION

L'analyse des ouvrages présents le long de l'autoroute A20 et de leur répartition met en évidence l'importance de ces infrastructures dans la gestion des eaux, la protection contre l'érosion, mais aussi, et surtout, dans la préservation de la faune. Les 67 ouvrages identifiés, répartis en trois catégories principales (ponts, canaux et tunnels), jouent un rôle crucial en offrant des passages sécurisés pour la faune, permettant ainsi la continuité des populations animales et contribuant à la biodiversité de la région. Les ponts, tunnels et canaux ne sont pas seulement des éléments de l'infrastructure routière, mais aussi des dispositifs essentiels pour maintenir la connectivité des habitats et favoriser les déplacements des espèces, réduisant ainsi les risques de collisions avec les véhicules.

La répartition stratégique de ces ouvrages le long de l'autoroute, en fonction des caractéristiques géographiques, reflète une prise en compte des contraintes naturelles locales. Ils assurent une fluidité du trafic tout en permettant la protection des écosystèmes traversés.

La diversité des sites étudiés, marquée par des interactions complexes entre la végétation, les habitats et la faune, témoigne de la richesse écologique de la région. La végétation, allant des zones agricoles aux milieux plus naturels comme les oueds, et la faune observée, incluant diverses espèces d'oiseaux et de mammifères, illustrent l'importance d'une gestion durable des infrastructures pour soutenir la biodiversité.

Ainsi, l'intégration de ces ouvrages dans les projets d'infrastructure n'est pas seulement une nécessité pour la sécurité routière et la gestion des eaux, mais aussi un levier majeur pour la préservation des écosystèmes et la résilience de la faune face aux défis de la fragmentation de leur habitat. Ces efforts contribuent significativement à l'objectif de maintenir un équilibre écologique tout en répondant aux besoins croissants en termes d'infrastructures routières et agricoles

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

A

Alberti, M. (2005).*The Effects of Urbanization on Ecological Systems*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 36, 259-280.

Andr n, H. (1994) Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. *Oikos*, **71**, 355.

Abdellouche. A et Kerouaz.M, 2019 Problèmes liés à la présence des composés azotés et phosphatés dans les eaux de surface et souterraines de la basse vallée de la Soummam MEMOIRE Département Sciences de la Terre et de l'Univers UNIV MOHAMED SEDDIK YAHIA Jijel

ABID.R et YOUCEF.K, 2016 Analyse floristique de quelques ripisylves dans la région de Bejaia M moireD partement des Sciences Biologiques de l'Environnement UNIV A. MIRA

B

Baofa Y., Huyin H., Yili Z., Le Z., Wanhong W., 2006. Influence of the Qinghai-Tibetan railway and highway on the activities of wild animals. *Acta Ecol. Sin.*, 26, 3917–3923

BAUDRY J, 1986.« Approche écologique du paysage « Lectures du paysage,INRAP,Foucher ,P23-32.

Beckman, J. P, Clevenger, A. P., Huijser M. P., et Hiffy, J. A. 2010. Safe passages: Highways, Wildlife and Habitat Connectivity. Island Press, Washington.

Bédard, Y., Alain, E., Leblanc, Y., Poulin M.-A. et Morin, M. 2012b. Conception et suivi des passages à petite faune sous la toute 175 dans la réserve faunique des .Laurentides. *Le Naturaliste canadien*, 136 (2) : 66-71.

Beier, P., Majka, D.R., Newell S., et Garding, E. 2008. Best management practices for wildlife corridors. Northern Arizona University, 14 p.

Benítez-López, A., Alkemade R. et Verweij, P. A. 2010.The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *BiologicalConservation* 143:1307-1316.

Bennett, A. F. (2003).*Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. IUCN.

Burel F.et Baudry J, 1996 **Ecologie du paysage** .Concepts,méthodes et applications,Paris,TEC&DOC,1999,362P.

Bohemen H.D., 1998. Habitat fragmentation, infrastructure and ecological engineering. *Ecol.Eng.*, 11, 199–207

Bond, W. J., & Keeley, J. E. (2005).*Fire as a Global Process: Ecological and Evolutionary Consequences*. In *Fire in the Environment: Theoretical and Practical Approaches*. Springer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BENACHOUR. M, 2016 Etude de l'érosivité des pluies sur le bassin de la Soummam par le biais de SIG et télédétection. Mémoire fin d'étude DEPARTEMENT Hydraulique Urbaine ENSH

C

Cao S., Xu C., Ye H., Zhan Y., Gong C., 2010. The use of air bricks for planting roadside vegetation: A new technique to improve landscaping of steep roadsides in China's Hubei Province. *Ecol. Eng.*, 36, 697-702.

CLAY, J. (2004): World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices, Island Press, Washinton, 570 pp.

CLERGEAU P. & DÉsirÉ G. (1999). Biodiversité, paysage et aménagement : du corridor à la zone de connexion biologique. *Mappe Monde* 55 (199 :3) :19-23

Charpentier A.P. Grillas and Thompson J.D. 2010. The effects of population size limitation on fecundity in mosaic population of the clonal macrophyte *Scirpus maritimus* (Cyperaceae). *American Journal of Botany* 87 :502-507.

Clevenger A.P. Waltho N. 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park. *Conserv. Biol.*, 14, 47-56

Clevenger, A.P. B. Chruszcz et K.E. Gunson, 2001. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, 29 : 646-653.

Clevenger A.P. Chruszcz B. Gunson K.E. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kills. *Biol. Conserv.*, 109, 15-26.

Clevenger A. P. et Huisjer M. P. 2011. Wildlife crossing structure handbook design and evaluation in North America. Central Federal Highway Division, U.S. Department of Transportation, Publication No. FHWA-CFL/TD-11-003, 211 p

Coffin A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *J. Transp. Geogr.*, 15, 396-406.

D

Davis, M. A., & Slobodkin, L. B. (2004). *The Science and the Management of Invasive Species.* *Ecological Applications*, 14(6), 1802-1806.

Diaz-Varela E.R., Vazquez-Gonzalez I., Marey-Pérez M.F., Álvarez-López C.J., 2011. Assessing methods of mitigating wildlife-vehicle collisions by accident characterization and spatial analysis. *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, 16, 281-287.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DONALD, P.F. (2004): Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems, *Conservation Biology*, 18, 17–37.

DONALD P.F. EVANS A.D. (2006): Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environment schemes, *Journal of Applied Ecology*, 43, 209-218.

Dodd N.L. J.W. Gagnon, S. Boe, A.L. Manzo et Schweinsburg R.E. 2007.

Evaluation of measures to minimize wildlife–vehicle collisions and maintain permeability across highways : Arizona route 260. Arizona .Dept. of Transportation, Final report 540, Phoenix, 169 p.

DAHMANA, 2008 Collecte et synthèse des données relatives à la proposition au classement de la vallée de l'oued Soummam sur la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale UNIV A. Mira – Béjaia

DAHMANA et al, 2006 Etude de l'herpétofaune dans la basse vallée de la Soummam (Algérie) Laboratoire d'Ecologie et Environnement, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université A-Mira de Béjaia.

F

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 34: 487-515.

Fahrig, L. et Rytwinski, T. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society* 14(1): 21. [En ligne]
URL www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/. Consulté le 12 septembre 2013

Farmer A.M., 1993. The effects of dust on vegetation—a review. *Environ. Pollut.*, 79, 63–75.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G. B., Carpenter, S. R., ... & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574

Forman R.T.T., Deblinger R.D., 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conserv. Biol.*, 14, 36–46.

Forman, R.T.T. (2000) Estimate of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. *Conservation Biology*, 14, 31–35.

Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., ... & Burke, J. (2003). Road ecology: science and solutions. Island Press, Washington, 504 pp.

Forman R.T.T., Sperling D., Bissonette J. A., Clevenger A. P., Cutshall C. D., Dale V. H., Fahrig L., France R. L., Goldman C. R., Heanue K., Jones J., Swanson F., Turrentine T., Winter T. C., 2003. Road ecology: science and solutions. Island Press, 508 p.

Forman, R. T. T. (2008). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Forman R.T.T., Alexander L.E., 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 29, 207-231.

Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. Wiley.

G

Gagnon, J.W., N.L. Dodd, K.S. Ogren et R.E. Schweinsburg, R.E. 2011. Factors associated with use of wildlife underpasses and importance of longterm monitoring. *Journal of Wildlife Management*, 75 : 1477-1487.

Glista D.J., DeVault T.L., DeWoody J.A., 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landsc. Urban Plan.*, 91, 1-7.

Gurrutxaga, M. (2007). "Effects of agricultural intensification on landscape structure and biodiversity in agricultural systems." *Biodiversity and Conservation*, 16(10), 2835-2848.

H

Hanski, I., & Gilpin, M. (1997). *Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution*. Academic Press.

Hobbs, R. J., & Harris, J. A. (2001). *Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium*. *Restoration Ecology*, 9(2), 1-10.

Holling, C. S. (1978). *Adaptive Environmental Assessment and Management*. Wiley.

HADDAD. I et OUGUENOUNE. M, 2021 Etude des mouvements engendré par le creusement d'un tunnel approche numérique tridimensionnel cas du tunnel autoroutière de sidi aiche, la pénétrante de Bejaia Mémoire d'étude école national supérieure des travaux publics (ENSTP).

J

Jaarsma C.F., van Langevelde F., Botma H., 2006. Flattened fauna and mitigation: Traffic victims related to road, traffic, vehicle, and species characteristics. *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, 11, 264-276.

Jackson, S., & Hobbs, R. J. (2009). *Ecological Restoration in Landscapes*. In *The Science and Practice of Ecological Restoration*. Island Press.

Jackson N.D., Fahrig L., 2011. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on Population genetic diversity. *Biol. Conserv.*, 144, 3143-3148.

Jaeger J. A. G., Bowman J., Brennan J., Fahrig L., Bert D., Bouchard J., Charbonneau N., Frank K., Gruber G., Tluk von Toschanowitz K., 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecol. Model.*, 185, 3329-348.

Jones J.A., Swanson F.J., Wemple B.C., Snyder K.U., 2000. Effects of Roads on Hydrology, Geomorphology, and Disturbance Patches in Stream Networks. *Conserv. Biol.*, 14, 76-85.

K

Farès Kessasra*, Mohamed Mesbah et Hocine bendJoudi, 2014 Modélisation des écoulements souterrains dans les alluvions de la basse vallée de la soummam (nord-est algérien) et perspective sur l'évolution des prélèvements Bulletin du Service Géologique National Vol. 25, n° 2, pp. 1 - 18, 14 fig., 10 tabl.

Kaci.K et Ouanas.S, 2009 Essai de diagnostic de l'état physique et biologique de l'hydrosystème de l'oued Soummam en vue de proposer des mesures adéquates en matière d'aménagement et de gestion Mémoire département de biologie UNIV bejaia

L

Laurance W.F., Goosem M., Laurance S.G.W., 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends Ecol. Evol.*, 24, 659-669.

Leblond, M., Frair, J., Fortin, D., Dussault, C., Ouellet J.-P. et Courtois, R. 2011. Assessing the influence of resource covariates at multiple spatial scales: an application to forest dwelling caribou faced with intensive human activity. *Landscape Ecology*, 26 :1433-1446.

Lesmerises, F., Dussault C. et St-Laurent, M.-H. 2012. Réponses du loup gris au réseau routier et à la présence d'un important chantier de construction. *Le naturaliste Canadien*, 136 (2) : 29-34.

Levins, R. (1969). Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entom. Soc. Am.* 15: 237-240

Lopez,S., Rousset, F., Shaw, F. H., Shaw, R. G. et Ronce, O.2009. Joint effects of inbreeding and local adaptation on the evolution of genetic load after fragmentation. *Conservation Biology* 23 :1618-1627.

Lord, J.M. and Norton, D.A. (1990). Scale and the spatial concept of fragmentation. *Conserv.Biol.*4: 197-202.

M

Mata C., Hervas I., Herranz J., Suarez F., Malo J., 2008. Are motorway wildlife passages worthbuilding? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. *J. Environ.Manage.*, 88, 407-415.

Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). *Systematic Conservation Planning. Nature*, 405(6783), 243-253.

Meffe, G.K. and Carroll, C.R. (1997). *Principles of Conservation Biology*. 2nd edn., Sinauer Associate, Inc.Sunderland.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ministère des Transports du Québec. 2013. Grande faune. [En ligne] URL : www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/grand_public/vehicules_promenade/secure_routiere/grande_faune. Consulté le 20 septembre 2013.

.MOALLI.A, 2009Fiche Descriptive Ramsar de la Vallée de l'oued Soummam. Départ. de Biologie des Organismes et des Populations Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université A. Mira de Béjaia.

MAY. N et BOUKOUCHA.R, 2022Caractérisation de la qualité des eaux de la vallée de la Soummam/ Wilaya de Béjaia Mémoire fin d'étude Département des Mines et géologie Université Abderrahmane Mira de Bejaia.

MEKHACHE.D, 2016Analyse de la biodiversité dans la zone humide Ramsar de la vallée de l'oued Soummam. Bejaia MémoireDépartement des Sciences Biologiques de l'Environnement UNIV A. MIRA

N

Naveh,Z.et Lieberman,A.S.(1994),Landscape ecoogy,theory and appication .2nd édition,New York,Springer-verag,360P.

Naves, J., Fernández-Gil, A., & Pollo, C. (2001).Evaluación del impacto de la mmina a cielo abierto de Cerredo (Degaña, Asturias), sobre un núcleo de osos pardos. En V Jornadas de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos, Vitoria-Gasteiz 5-8 de diciembre de 2001, SECEM, Málaga, 144 pp.

Nelson, E., Mendoza, G., & Regetz, J. (2009).*ModelingMultipleEcosystem Services, Biodiversity, and LandUse Change*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(52), 20658-20663.

O

Opdam, P., van Apeldoorn, R., Schotman, A. & Kalkhoven, J. (1993).Population responses to landscape fragmentation. *Landscape Ecology of a Stressed Environment*(eds C.C. Vos & P. Opdam), pp. 147–171. Springer Netherlands, Dordrecht.

P

Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). *A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems*. Nature, 421(6918), 37-42.

PECBM (2007). "Biodiversity and Agriculture: The Role of Biodiversity in Agricultural Ecosystems." *Publications from the Platform for European Cooperation on Biodiversity and the Marine Environment*

Pretty, J., & Smith, D. (2004).*Social Capital in Biodiversity Conservation and Management*. Conservation Biology,18(3), 631-638.

R

Rozier Y., 1999. Contribution à l'étude de la Biologie de la Conservation de *Maculinea* sp.(Lepidoptera: Lycaenidae) dans les zones humides de la vallée du Haut-Rhône .Université Claude Bernard - Lyon 1. 230 p.

Rytwinski T., Fahrig L., 2012. Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis. *Biol. Conserv.*, 147, 87-98.

S

Schule, W. (1990). Landscapes and climate on prehistory: Interactions of wildlife, man, and fire. In: *Fire in the Tropical Biota*, pp. 273-318 (Goldammer, J.G. ed.). Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Slootweg, R. & Kolhoff, A. (2003). A generic approach to integrate biodiversity considerations in screening and scoping for EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, 23, 657-681.

Stone E.L., Jones G., Harris S., 2009. Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Curr. Biol.*, 19, 1123-1127.

T

Tewksbury, J.J., Levey, D.J., Haddad, N.M., Sargent, S., Orrock, J.L., Weldon, A., Danielson, B.J., Brinkerhoff, J., Damschen, E.I. et Townsend, P. 2002. Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Ecology*, 99 (20):1223-1226.

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., ... & Schindler, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292(5515), 281-284.

Tilman, D., & Lehman, C. (2001). *Human-caused Environmental Change: Impacts on Biodiversity*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 237-266.

Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer.

Turner, M. G., & Gardner, R. H. (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. Springer.

Turner, M. G. (1989). *Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 171-197.

Trombulak, S.C. et Frissell, C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14, 18-30.

Troll, C. (1939). Luftbildplan und ökologische Bodenforchung. ihr zweckmabiger Einsatz fur die wissenschaftliche Erforschung und praktischer Erschlibungwenig bekannter lander. *Zeitschrift der gesellschaft fur erdkunde zu Berlin*, 1939(7,8) ,241-298.

W

wilcove, D. S., McLellan, C. H., & Dobson, A. P. (1986).

Wilcove, D. S., McLellan, C. H., & Dobson, A. P. (1986). Habitat fragmentation and the decline of animal populations. *Science*, 264(5167), 2112-2115

Wilcove, D.S., McLellan, C.H. and Dobson, A.P. (1986).Habitat fragmentation in the temperate zone. In: Conservation Biology, pp. 237-56 (Soule, M.E., ed.). Sunderland, MA: Sinauer.

With, K.A. (1997).Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. *Oikos* 78: 51-69.

Y

Yanes M., Velasco J.M., Suárez F., 1995. Permeability of roads and railways to vertebrates: The importance of culverts. *Biol. Conserv.*, 71, 217-222.

ANNEXES

ANNEXES

Annexes 1 : Liste des mammifères inventoriés dans la vallée de la Soummam (Ahmim, 2004 ; Ait Ahmed & Bakour, 2006).

| Ordre | Famille | Nom commun | Nom scientifique | Ab. |
|------------------------|---|---|---|-----|
| Carnivora | Canidae | Le Chacal | <i>Canis aureus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| | | Le Renard roux | <i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758 | R |
| | Hyaenidae | L'Hyène rayée * | <i>Hyaena hyaena</i> Linnaeus, 1758 | AR |
| | Mustelidae | La Loutre * | <i>Lutra lutra</i> Linnaeus, 1758 | AR |
| | | La Belette * | <i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1758 | R |
| | Viverridae | La Genette * | <i>Genetta genetta</i> Linnaeus, 1758 | R |
| Chiroptera | Rhinopomatidae | Le Rhinolophe de Blasius | <i>Rhinolophus blasii</i> Petters, 1867 | A |
| | | Le Rhinolophe euryale | <i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853 | R |
| | | Le grand Rhinolophe fer à cheval | <i>Rhinolophus ferrumquinum</i> Schreber, 1774 | AA |
| | | Le petit Rhinolophe fer à cheval | <i>Rhinolophus hipposideros</i> Bechstein, 1800 | AA |
| | Vespertilionidae | La Serotine commune | <i>Eptesicus serotinus</i> Schreber, 1774 | AA |
| Le Minioptère | <i>Miniopterus schreibersi</i> Schreber, 1774 | AA | | |
| Le petit murin | <i>Myotis blythii</i> Tomes, 1858 | AA | | |
| Le murin de Capaccini | <i>Myotis capaccini</i> Bonaparte, 1837 | AA | | |
| Le murin de Natterer | <i>Myotis nattereri</i> Kuhl, 1818 | TR | | |
| La Pipistrelle de Kuhl | <i>Pipistrellus kuhlii</i> Natterer, 1819 | AA | | |
| La Pipistrelle commune | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> Schreber, 1774 | AA | | |
| La Pipistrelle de Savi | <i>Pipistrellus savii</i> Bonaparte, 1837 | AA | | |
| L'oreillard gris | <i>Plecotus austriacus</i> Fisher, 1829 | AA | | |
| Molossidae | Le Molosse de Cestoni | <i>Tadarida teniotis</i> Rafinesque, 1814 | R | |
| Primates | Cercopithecida | Le Singe magot * | <i>Macaca sylvanus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| Insectivora | Erinaceidae | Le Hérisson d'Algérie * | <i>Erinaceus algirus</i> Lereboullet, 1842 | A |
| | Soricidae | La Pachyure étrusque | <i>Suncus etruscus</i> Savi, 1822 | TR |
| La Musaraigne musette | | <i>Crocidura russula</i> Hermann, 1780 | AR | |
| Rodentia | Gerbillidae | La Gerbille champêtre | <i>Gerbillus campestris</i> Loche, 1867 | AA |
| | Muridae | Le Mulot sylvestre | <i>Apodemus sylvaticus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| | | Le Rat rayé | <i>Lemniscomys barbarus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| | | | <i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| | | La Souris grise | <i>Mus spretus</i> Lataste, 1883 | A |
| | | La Souris sauvage | <i>Rattus norvegicus</i> Berxenhout, 1769 | A |
| | | Le Surmulot | <i>Rattus rattus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| Le Rat noir | | A | | |
| Gliridae | Le Lérot * | <i>Eliomys quercinus</i> Linnaeus, 1766 | A | |
| Hystricidae | Le Porc-épic * | <i>Hystrix cristata</i> Linnaeus, 1758 | A | |
| Lagomorpha | Leporidae | Le lièvre brun | <i>Lepus capensis</i> | A |
| | | Le Lapin de Garenne | <i>Oryctolagus cuniculus</i> Linnaeus, 1758 | A |
| Artiodactyla | Suidae | Le Sanglier | <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758 | A |
| 07 ordres | 17 familles | 38 espèces | | |

ANNEXES

Annexe 2 : Fiche établie pour le recueil de données sur le terrain

Tronçon⁽¹⁾ : Lieu-dit :
.....

DONNEES A L'ECHELLE DU TRONÇON :

Coordonnées géographiques : N S

PRESENCE DE :

Pont : : Long./haut. Approx. : L : H. : Milieu traversé
.....

Clôture : Côté Nord : Long. Approx. : Côté Sud : Long. approx. :
.....

Oued : Largeur lit mineur longueur impactée
.....

VEGETATION RIVULAIRE (ESPECES DOMINANTES, RECOUVREMENT GLOBAL⁽²⁾) :

Rive gauche⁽³⁾ : Recouv. Espèces
.....

Rive droite : Recouv. Espèces
.....

PRESENCE D'ANIMAUX ECRASES :

| Espèce (catégorie taxonomique) | Taille approx. | Sexe | Localisation/route | Signes d'impact ⁽⁴⁾ |
|--------------------------------|----------------|------|--------------------|--------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |

DONNEES A L'ECHELLE DE LA VALLEE (PAYSAGE COTE NORD) (jusqu'à 1 Km au-delà de l'autoroute) :

| Type de milieu ⁽⁵⁾ : | Etendue spatiale | Activité humaine ⁽⁶⁾ |
|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

DONNEES A L'ECHELLE DE LA VALLEE (PAYSAGE COTE SUD) (jusqu'à 1 Km au-delà de l'autoroute) :

| Type de milieu : | Etendue spatiale | Activité humaine |
|------------------|------------------|------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

OBSERVATIONS SUR LA FAUNE⁽⁷⁾ :

| Espèce et catégorie taxonomique | Nbr. D'ind. | localisation |
|---------------------------------|-------------|--------------|
| | | |
| | | |
| | | |

AUTRES OBSERVATIONS⁽⁸⁾ :

ANNEXES

Annexe 3 : Données recueillies sur le terrain : localisation des passages potentiels pour la faune terrestre (ponts, tunnels et canals) le long de l'autoroute Bejaia-Ahnif

| Site N° | Tronçon | Latitude | Longitude | Nature | Hauteur (M) | Longueur (m) |
|---------|------------------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|--------------|
| 1 | El kseur-mardj ouamane | 36°40'48.40"N | 4°55'44.78E | Tunnel | 2,5m | 2m |
| 2 | El kseur-mardj ouamane | 36°40'31.2N | 44°55'16.6E | Tunnel | 3m | 3m |
| 3 | El kseur-mardj ouamane | 36°40'28.80"N | 4°55'12.08"E | Canal | 2m | 1,5m |
| 4 | El kseur-mardj ouamane | 36°40'17.2"N | 4°54'53.6"E | Pont | 23m | 16m |
| 5 | El kseur-mardj ouamane | 36°40'03.1"N | 4°54'30.1"E | Tunnel | 2,5m | 2m |
| 6 | El kseur | 36°39'53.2"N | 4°54'08.5"E | Pont | 6m | 25m |
| 7 | El kseur | 36°39'43.0"N | 4°53'45.4"E | Tunnel | 2,5m | 2m |
| 8 | El kseur | 36°39'5.79"N | 4°51'59.37"E | Tunnel | 2,5 | 2m |
| 9 | Amizour | 36°38'53.7"N | 4°51'16.7"E | Tunnel | 2,5m | 2m |
| 10 | Amizour | 36°38'42.3"N | 4°50'38.1"E | Pont | 20m | 253m |
| 11 | Amizour | 36°38'43.3"N | 4°49'52.00E | Pont | 5-6m | 40-45m |
| 12 | Amizour | 36°38'45.9"N | 4°49'44.0"E | Pont | 10-15m | 55m |
| 13 | Amizour | 36°38'47.3"N | 4°49'31.5"E | Pont | 10-15m | 170m |
| 14 | amizour | 36°38'44.73N | 4°49'14.3"E | Pont | 10-15m | 200m |
| 15 | Amizour | 36°38'34.3"N | 4°48'52.1"E | Canal | 1,5m | 1,5m |
| 16 | Amizour | 36°38'22.1"N | 4°48'28.4"E | tunnel | 3m | 3m |
| 17 | Amizour | 36°38'20.99"N | 4°40'10.68"E | Canal | 2m | 2m |
| 18 | Amizour | 36°38'21.6"N | 4°48'00.5"E | Canal | 2m | 2m |
| 19 | Amizour | 36°38'24.9"N | 4°47'26.0"E | tunnel | 3m | 3m |
| 20 | Amizour | 36°38'24.5N | 4°47'01.9"E | Pont | 15-20m | 60-70m |
| 21 | Timezrit-sidi Aich | 36°38'18.8"N | 4°46'36.8"E | Pont | 30-40 | 170m |
| 22 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°38'13.8"N | 4°46'20.5"E | Tunnel | 2,5m | 3m |
| 23 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'43.4"N | 4°47'21.6"E | pont | 20m | 160m |
| 24 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'36"N | 4°45'09"E | Pont | 12 | 15m |
| 25 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'35.5"N | 4°45'06.2"E | Canal | 1,5m | 1,5m |
| 26 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'34.2"N | 4° 44' 58.9"E | Pont | 12 | 15m |
| 27 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'33.1"N | 4°44'48.4"E | Tunnel + canal | 3m | 3m |
| 28 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'31"N | 4°44'34"E | Canal | 1,5m | 1m |
| 29 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'30"N | 4°44'23"E | Tunnel | 3m | 3m |
| 30 | Timezrit-Sidi-Aich | 36°37'28"N | 4°44'09"E | Tunnel +canal | 1+1m | 2m |
| 31 | Sidi-Aich | 36°37'23"N | 4°43'54"E | Canal | 1,5m | 1m |
| 32 | Sidi-Aich | 36°37'22"N | 4°43'49"E | Canal double buse | 1m | 1m |
| 33 | Sidi-Aich | 36°37'17.7"N | 4°43'35.6"E | Canal | 2m | 2m |
| 34 | Sidi-Aich | 36°37'16.3"N | 4°43'31.4"E | pont | 30m | 320m |
| 35 | Sidi-Aich | 36°37'13.4"N | 4°43'00.9"E | Canal en escalier | 1,5m | 1m |
| 36 | Sidi-Aich | 36°37'13"N | 4°42'56"E | Canal en escalier | 1,5m | 1m |
| 37 | Sidi-Aich | 36°37'12"N | 4°42'48"E | Canal | 1,5m | 1m |
| 38 | Sidi-Aich | 36°37'09.3"N | 4°42'46.0"E | Canal | 1,5m | 2m |
| 39 | Sidi-Aich | 36°36'44.7"N | 4°42'23.6"E | Pont | 40-50m | 150m |
| 40 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°36'44.7"N | 4°42'23.6"E | pont | 50m | 150m |
| 41 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°3'38.6"N | 4°41'10.2"E | double tunnel | 3m | 3m |
| 42 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°35'19.9"N | 4°40'56.5"E | Tunnel | 3m | 3m |
| 43 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°34'56"N | 4°40'49"E | Canal | 1,5m | 2m |

ANNEXES

| | | | | | | |
|----|--------------------|---------------|--------------|-------------------|-----------|------|
| 44 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°34'51"N | 4°40'45"E | Canal | 1,5m | 1m |
| 45 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°34'36.0"N | 4°40'29.8"E | Pont | 40-50m | 800m |
| 46 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°34'26.1"N | 4°40'04.1"E | Pont | 40m | 800m |
| 47 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°34'24.9"N | 4°39'52.1"E | Canal | 1,5m | 1m |
| 48 | Sidi-Aich-Takrietz | 36°34'22.3"N | 4°39'42.1"E | Pont | 60m | 180m |
| 49 | Takrietz- saddouke | 36°34'4.60"N | 4°39'11.90"E | Pont | 50-60m | 1km |
| 50 | Takrietz- saddouke | 36°33'19.8"N | 4°38'58.5"E | Pont | 30-40m | 30m |
| 51 | Takrietz- saddouke | 36°33'17"N | 4°38'56"E | Canal | 2m | 2m |
| 52 | Takrietz- saddouke | 36°33'07.9"N | 4°38'47.8"E | Canal | 2m | 2m |
| 53 | Takrietz- saddouke | 36°33'04.6"N | 4°38'44.6"E | Canal | 2m | 2m |
| 54 | Takrietz- saddouke | 36°32'52.8"N | 4°38'34.0"E | Tunnel | 3m | 3m |
| 55 | Takrietz- saddouke | 36°32'47.10"N | 4°38'30"E | Canal | 2m | 2m |
| 56 | Takrietz- saddouke | 36°30'39.4"N | 4°36'50.8"E | Canal | 3m | 3m |
| 57 | Takrietz- saddouke | 36°30'32"N | 4°36'46"E | Canal | 1,5m | 1m |
| 58 | Takrietz- saddouke | 36°29'47.2"N | 4°36'24.8"E | Canal | 2m | 2m |
| 59 | Takrietz- saddouke | 36°29'36.5"N | 4°36'19.8"E | Canal | 2m | 2m |
| 60 | Takrietz- saddouke | 36°29'24.9"N | 4°36'14.5"E | Canal | 2m | 2m |
| 67 | Takrietz- saddouke | 36°29'16.8"N | 4°36'9.8"E | double canal | 1,5m | 1+1m |
| 62 | Takrietz | 36°28'10.3"N | 4°36'03.3"E | Canal double buse | 1diamètre | 1 m |
| 63 | Takrietz | 36°32'36.4"N | 4°38'22.8"E | Pont | 20m | 329m |
| 64 | Takrietz | 36°31'51.1"N | 4°37'45.2"E | Pont | 5m | 531m |
| 65 | Takrietz-Bizio | 36°31'26.0"N | 4°37'22.6"E | Tunnel | 3m | 3m |
| 66 | Takrietz -Bizio | 36°30'45.9"N | 4°36'55.0"E | Pont | 3m | 30m |
| 61 | Takrietz -Bizio | 36°30'04.5"N | 4°36'29.44"E | Tunnel | 3m | 3m |

Résumé

Ce mémoire analyse les effets des activités humaines, notamment la construction de la pénétrante autoroutière Béjaïa-Ahnif, sur la biodiversité dans la basse vallée de la Soummam. Il explore les impacts de l'urbanisation sur les écosystèmes, en particulier la fragmentation des habitats naturels. L'étude met en lumière les perturbations causées par les infrastructures routières sur la faune locale, tout en proposant des solutions comme les passages à faune pour restaurer la connectivité écologique. Les résultats montrent que ces aménagements peuvent réduire la mortalité animale.

Mots clés : Biodiversité, Fragmentation des habitats, Infrastructures routières, connectivité écologique, Conservation .

ملخص

يحلل هذا البحث آثار الأنشطة البشرية، لا سيما بناء الطريق السيار الرابط بين بجاية وأحنيف، على التنوع البيولوجي في السهل السفلي لوادي الصومام. يستعرض التأثيرات الناجمة عن التوسع العمراني على النظم البيئية، خاصة تجزئة المواطن الطبيعية. تسلط الدراسة الضوء على الاضطرابات التي تسببها البنى التحتية الطرقية على الحياة البرية المحلية، مع اقتراح حلول مثل إنشاء معابر للحيوانات لاستعادة الترابط البيئي. وتُظهر النتائج أن هذه التجهيزات يمكن أن تقلل من نفوق الحيوانات، وتسهّل تنقل الأنواع، وتساهم في الحفاظ على التوازن البيئي.

Abstract

This thesis analyzes the effects of human activities, particularly the construction of the Béjaïa-Ahnif highway link, on biodiversity in the lower Soummam Valley. It explores the impacts of urbanization on ecosystems, especially the fragmentation of natural habitats. The study highlights the disturbances caused by road infrastructure on local wildlife, while proposing solutions such as wildlife crossings to restore ecological connectivity. The results show that these measures can reduce animal mortality, facilitate species movement, and help preserve ecological balance.

Keywords : Biodiversity, Habitat, Fragmentation, Road infrastructure, Ecological connectivity, conservation.