



HAL
open science

Amélioration continue et application d'une méthode d'évaluation des impacts à la biodiversité sur des projets routiers

Héloïse Dawant

► **To cite this version:**

Héloïse Dawant. Amélioration continue et application d'une méthode d'évaluation des impacts à la biodiversité sur des projets routiers. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2021. dumas-03602347

HAL Id: dumas-03602347

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03602347v1>

Submitted on 9 Mar 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



DAWANT Héloïse

Voie d'approfondissement Écologie

Promotion Liège

Année 2020-2021

Référente ENGEES : STAENTZEL Cybill

Mail : cybill.staentzel@engees.unistra.fr

Diplôme d'ingénieur de l'ENGEES

Mémoire de fin d'études

« Amélioration continue et application d'une méthode d'évaluation des impacts à la biodiversité sur des projets routiers »

Structure : Collectivité européenne d'Alsace

Adresse : 1, place du quartier blanc 67394 Strasbourg
CEDEX 9

Tuteur de stage : JUMEAU Jonathan

Téléphone : 06 07 62 33 63

Mail : jonathan.jumeau@alsace.eu

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Jonathan JUMEAU, mon tuteur, qui m'a accompagnée tout au long de ce stage avec bienveillance. Il a su, avec pédagogie, guider le travail réalisé durant ces 6 mois. Je le remercie pour les connaissances qu'il a pu m'apporter et le souci qu'il avait de faire de ce stage une expérience enrichissante.

Je remercie Isabelle ZIMMERMAN, chef de la cellule Études générales, pour sa bonne humeur et la gentillesse qu'elle a pu me témoigner. Merci aussi à Éléonore, Thomas et Émilie qui ont accepté à plusieurs reprises de donner de leur temps pour tester les différentes améliorations apportées à la méthode CERISE.

Je souhaite remercier Cybill STAENTZEL sans qui ce stage n'aurait sans doute pas eu lieu. Je suis également reconnaissante envers tous les acteurs qui ont permis l'ouverture à l'ENGEES d'une voie d'approfondissement Écologie dont j'ai eu la chance de suivre les enseignements.

Je remercie enfin toutes ces personnes (famille, amis, sans oublier C3-P.Eau) qui m'ont apporté leurs soutien et encouragements à un moment ou à un autre de ce stage.

Amélioration continue et application d'une méthode d'évaluation des impacts à la biodiversité sur des projets routiers

Dans le cadre de leur activité, les bureaux d'études environnementales (BEE) ont pour mission de réaliser des études d'impact. Or, chaque bureau d'études possède sa méthode qui diffère par sa rigueur et/ou sa pertinence. De cette méthode dépend la qualité des études d'impact et donc l'estimation des impacts réels sur la biodiversité. La méthode CERISE intervient alors afin de donner un cadre méthodologique standardisé permettant d'obtenir des études d'impact réalistes et scientifiquement solides. Ce stage a eu pour objectif l'application de la méthode sur des projets routiers concrets permettant d'identifier les points à améliorer. Plusieurs outils ont ainsi été créés et les outils existants ont été retravaillés afin de corriger les points de faiblesse identifiés. C'est d'abord un outil de dialogue entre l'écologue et le chef de projet qui a été conçu afin de collecter le plus exhaustivement possible les caractéristiques techniques des projets étudiés. Ensuite, les fiches effets, expliquant tous les effets possibles des projets, étaient trop théoriques et manquaient d'applicabilité sur des projets concrets. Ces fiches ont donc été retravaillées. L'application de la méthode a également révélé des hésitations concernant la caractérisation des impacts que la conception d'un guide méthodologique a pour ambition de dissiper. Enfin, deux outils existants en début de ce stage ont été retravaillés. Il s'agit dans un premier temps des fiches espèces, renseignant sur les impacts des projets sur les espèces, pour lesquelles un protocole de recherche de références bibliographiques et une structure ont été définis. Dans un second temps, le tableur d'application de la méthode CERISE a été retravaillé pour en simplifier l'utilisation. Toutefois, si la méthode profite indéniablement des améliorations qui lui ont été apportées, il reste du chemin à parcourir pour qu'elle puisse être appliquée par les écologues en bureau d'études environnementales et pour tout type de projet d'aménagement (éolien, carrière...).

Continuous improvement and application of a method for assessing the impacts of road projects on biodiversity

As part of their activity, the environmental studies offices (BEE) are responsible for carrying out impact studies. However, each office has its own method which differs in its rigor and / or relevance. This method depends on the quality of the impact studies and therefore the estimation of the real impacts on biodiversity. The CERISE method then intervenes in order to provide a standardized methodological framework making it possible to obtain realistic and scientifically sound impact studies. The objective of this internship was to apply the method on concrete road projects to identify areas for improvement. Several tools were thus created and the existing tools were reworked in order to correct the identified weak points. First of all, it is a tool for dialogue between the ecologist and the project manager, which was designed to collect as exhaustively as possible the technical characteristics of the projects studied. Then, the effects sheets, explaining all the possible effects of the projects, were too theoretical and lacked applicability on concrete projects. These sheets have therefore been reworked. The application of the method also revealed hesitations regarding the characterization of the impacts that the design of a methodological guide aims to dispel. Finally, two existing tools at the start of this internship have been reworked. Firstly, these are species sheets, providing information on the impacts of projects on species, for which a bibliographic reference search protocol and a structure have been defined. Secondly, the application spreadsheet for the CERISE method was reworked to simplify its use. However, if the method undeniably benefits from the improvements that have been made to it, there is still some way to go before it can be applied by ecologists in environmental studies offices and for any type of development project (wind power, quarry ...).

Table des matières

Remerciements	3
Résumé.....	4
Abstract	5
Table des matières	7
Abréviations et sigles.....	9
Liste des tableaux.....	10
Liste des illustrations.....	10
Introduction.....	11
I. Introduction à la méthode CERISE : fonctionnement en début de stage	15
1) Caractérisation de l'état initial des populations via des enjeux croisés de conservation.....	15
2) Caractérisation des effets du projet.....	18
3) Caractérisation et quantification des impacts des effets sur les populations	19
4) Outils associés à la méthode CERISE	20
5) Perspectives d'amélioration.....	21
II. Application de la méthode CERISE sur différents projets routiers.....	22
1) Application sur le projet de contournement de Mertzwiller, présentation du projet	22
2) Caractérisation des effets	26
3) Caractérisation des impacts	26
4) Résumés des points d'amélioration identifiés	27
III. Amélioration (1) : Dialogue entre le chef de projet et l'écologue.....	29
1) Élaboration d'un questionnaire	29
2) Applications du questionnaire	30
3) Conclusion des tests.....	30
4) Prise en compte des lacunes.....	31
5) Extraits du questionnaire	33
IV. Amélioration (2) : Reprise des fiches effets	34
1) Restructuration	34
2) Reprise du contenu	35
3) Recherche de nouvelles références scientifiques.....	35
V. Amélioration (3) : Niveaux de curseur d'impacts à la biodiversité	37
1) Préparation d'un quiz.....	37
2) Déroulé du test.....	38
3) Résultats des sessions de jeu	42

VI. Amélioration (4a) : Complétion des fiches espèces	44
1) Définition de la structure	44
2) Définition du contenu	44
3) Recherche de références scientifiques	45
VII. Amélioration (4b) : Reprise du tableur d'application de CERISE.....	46
1) Mise à jour du tableur	46
2) Optimisation du tableur : guider l'utilisateur.....	46
3) Optimisation du tableur : faciliter l'intégration dans les documents Word	47
VIII. Réalisation d'un guide méthodologique d'application de CERISE	51
1) Introduction à la méthode	51
2) Structure et fonctionnement de la méthode	51
3) Théorie et aides pratiques	52
4) Aides à l'application de la méthode	52
Discussion	53
Bibliographie.....	58
Annexes	60

Abréviations et sigles

AFAF : Aménagement Foncier Agricole et Forestier

BEE : Bureau d'Études Environnementales

CDNPS : Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites

CeA : Collectivité européenne d'Alsace

CERISE : Éviter, Réduire et Compenser par l'Information et la connaissance Scientifique en Écologie

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

ECO-MED : Écologie & Médiation

ERC : Éviter, Réduire, Compenser

IPBES : Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Écosystémiques

MERCle : Méthode d'Évaluation Rapide de la Compensation des Impacts écologiques

SDES : Service des Données et Études Statistiques

SIG : Système d'Information Géographique

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Liste des tableaux

Tableau 1 : Croisement de l'état local de conservation et de l'enjeu général de conservation permettant d'obtenir le niveau d'enjeu croisé de conservation (page 17)

Tableau 2 : Niveau d'enjeu croisé de conservation (page 17)

Tableau 3 : Descriptif des effets et sous-effets étudiés dans la méthode CERISE (page 18)

Tableau 4 : Définitions et code couleur associés aux différents niveaux d'impacts (page 19)

Liste des illustrations

Figure 1 : Récapitulatif des critères étudiés pour réaliser l'état initial de conservation (page 16)

Figure 2 : Association des catégories des listes rouges de l'UICN à un niveau d'enjeu général de conservation (page 17)

Figure 3 : Variantes 1 à 6 (de haut en bas) envisagées pour le projet de contournement de Mertzwiller (pages 23 à 25)

Figure 4 : Extraits des versions Word et Excel du questionnaire d'échange entre l'écologue et le chef de projet (page 33)

Figure 5 : Cartes des trois projets fictifs présentés avec l'emprise et les espèces contactées (de haut en bas : Oermingen, Meistratzheim, Wiwersheim) (pages 40 et 41)

Figure 6 : Interface de QuizZoodle présentée à l'audience (page 41)

Figure 7 : Userform de masquage des lignes obsolètes (page 48)

Figure 8 : Résumé de l'état local de conservation (page 49)

Figure 9 : Résumé de la caractérisation des impacts (page 49)

Figure 10 : Extrait du tableau de définition de l'état initial présent dans chaque onglet espèce (page 50)

Figure 11 : Extrait du tableau de caractérisation des impacts présent dans chaque onglet espèce (page 50)

Introduction

Problématique

Une 6^{ème} extinction de masse est aujourd'hui en cours. Il s'agit d'une extinction d'origine humaine qui est remarquable par sa rapidité (Féral & Taton, 2011) : le taux d'extinction des espèces est 10 à 100 fois plus élevé que le taux naturel d'extinction (Ceballos et al., 2015) et cela concerne tous les taxons. Pour en saisir l'échelle, une espèce disparaîtra du globe dans le temps de lecture de ce mémoire (une espèce toutes les 20 minutes ; Ceballos et al., 2017). Cette érosion de la biodiversité se traduit par un million d'espèces menacées sur les huit millions d'espèces végétales et animales connues (IPBES, 2019). Afin de les identifier pour pouvoir agir, l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) dresse des listes rouges des espèces à partir desquelles des niveaux d'enjeux sont définis pour chacune. Toutefois, même si les espèces sont au cœur de l'extinction, ce sont bien tous les écosystèmes qui sont touchés, de la biocénose au biotope, ainsi que les relations intra mais aussi interspécifiques (Rovillé & Aufray, 2007). Les services écosystémiques ne sont plus rendus, ce qui n'impacte alors plus seulement la biodiversité mais aussi l'humain. Les conséquences à première vue environnementales sont devenues économiques et sociales car l'ensemble de notre société est basé sur ces services, allant de la production de ressources par les écosystèmes, au maintien des sols et de la qualité de l'air (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). L'émergence du virus de la Covid-19 est un exemple récent et frappant des conséquences de l'érosion de la biodiversité sur nos sociétés (Patto et al., 2021, Schmeller et al., 2020).

Plusieurs causes expliquent l'érosion actuelle de la biodiversité. La première est la surexploitation des écosystèmes et des ressources, se traduisant physiquement par la déforestation, la chasse, la pêche et la cueillette non régulées. L'activité agricole (en particulier l'agriculture intensive) constitue la deuxième cause et a profondément modifié les paysages occidentaux le siècle passé avec l'apparition de grandes plaines céréalières où peu d'habitats naturels sauvages persistent. Parmi les autres causes se trouvent les espèces invasives et les maladies, la pollution, la modification des écosystèmes, le changement climatique, les ingérences humaines, le transport et la production d'énergie (Maxwell, 2016). Les causes de l'érosion sont donc nombreuses et interagissent entre elles, cumulant la gravité des impacts (Teyssède, 2004). Par exemple, la surexploitation d'espèces situées en bout de chaîne trophique favorise l'installation d'espèces invasives (Levrel, 2007), conduisant à diminuer doublement la richesse spécifique de l'écosystème concerné. Mais le meilleur exemple de synergie des impacts reste la dernière cause d'érosion, située en troisième position en termes

de gravité, l'urbanisation. En plus de mener à la destruction directe d'habitats naturels via l'artificialisation des sols, elle regroupe des projets d'aménagement du territoire et d'exploitation aux effets négatifs variés, qui interagissent entre eux et se cumulent. Un bon exemple de projet d'aménagement aux multiples effets est la route. De par sa création, elle détruit les habitats naturels mais les morcelle également (phénomène de fragmentation des habitats). Son exploitation émet de nombreuses pollutions (physiques, chimiques...) et détruit des individus via les collisions véhicules-faune (Beaudry et al., 2008 ; Borda-de-Água et al., 2014). Ensemble ces effets se cumulent et opèrent dans une surface appelée « road-effect zone » dans laquelle la biodiversité est impactée. Et cette zone est amenée à encore s'agrandir : en France, le linéaire du réseau routier a progressé de 12,6% entre 1997 et 2017 et la tendance ne semble pas être à la baisse (SDES, 2019).

Afin de limiter l'érosion de la biodiversité par l'urbanisation, médiée par les projets d'aménagement du territoire, des procédures sont mises en place mondialement. En France, il est possible de citer, entre autres, l'autorisation environnementale, l'évaluation environnementale, les dossiers d'incidence Natura 2000, les demandes de dérogation pour les espèces protégées, ou encore les demandes au titre de la Loi sur l'Eau. Tous ces exemples forment le noyau dur des procédures françaises touchant à la biodiversité et aux espaces naturels et ont en commun la réalisation d'un état initial de l'environnement sur lequel s'appuie une étude d'impact. Cette dernière étudie les écarts à l'état initial induits par le projet. Si des écarts importants sont prédits, la doctrine ERC (Éviter, Réduire, Compenser) est alors mise en place : chaque impact doit être atténué (évité et réduit) et si un impact résiduel perdure, alors il doit être compensé. Classiquement, l'ensemble des études et procédures est réalisé pour le compte des maîtres d'ouvrages par des bureaux d'études environnementales (BEE). De leurs connaissances et expériences vont dépendre la qualité des études d'impacts et *in fine* des impacts réels sur la biodiversité. Toutefois, au sein des différentes procédures, des garde-fous sont présents pour pallier d'éventuelles lacunes. La concertation via enquête publique permet par exemple d'obtenir l'avis des citoyens et des associations environnementales. La demande d'avis scientifique auprès de comités (CNPN, CSRPN, CDNPS par exemple) permet d'avoir des avis d'experts. La phase d'instruction est un échange technique avec les services de l'État permettant de pointer des manques grâce à leur recul et expérience sur de nombreux dossiers. Cependant, ces garde-fous ne permettent pas toujours de combler tous les manques car l'ensemble de ces personnes n'est pas et ne peut être un expert de tous les domaines présents dans une étude d'impact. Les bureaux d'études environnementales (BEE) sont donc les premiers acteurs d'une étude d'impact réussie, c'est-à-dire se rapprochant le plus possible des impacts réels.

Il n'est pas rare de constater des fragilités dans les études d'impact. Techniques d'abord avec des confusions régulières entre effets et impacts (Bouteiller, 2020). Alors que l'effet est défini comme une conséquence d'un projet sur l'environnement indépendamment du territoire affecté, l'impact est le croisement entre un effet et la sensibilité d'un territoire ou d'une composante de l'environnement concernée par le projet (Michel, 2001). Concernant la biodiversité, la conséquence d'un projet (pollutions, destruction d'espaces naturels par exemple) se traduit par des modifications de l'état de conservation des populations et de leur maintien dans le temps par une cascade de causes et de conséquences issues de l'effet (une pollution sonore peut par exemple diminuer la reconnaissance des reproducteurs, conduisant à une baisse du succès reproducteur, puis des densités). Ces confusions conduisent à omettre un grand nombre d'effets et de sous-effets et donc à une sous-évaluation des impacts. Dans son examen de plusieurs études d'impact liées à des projets routiers, Bouteiller (2020) a montré qu'en moyenne, ces études négligeaient 60% des effets connus dans la littérature scientifique. Cela rejoint la seconde fragilité des études d'impact : l'aspect scientifique qui se traduit par des méconnaissances, non pas sur la biologie des espèces, mais sur leur sensibilité aux différents effets. Par exemple, la pollution sonore produite par les routes diminue les densités d'oiseaux de 20 à 98%, et ce jusqu'à 3 km autour de certaines autoroutes (Reijnen et al., 1995). Les oiseaux restants verront leur chant masqué et pour y remédier, vont en modifier la fréquence ou l'amplitude (Montague et al. 2013), ce qui n'est pas sans conséquences sur le métabolisme des individus (Oberweger & Goller, 2001). Ces méconnaissances scientifiques induisent des propos dans les études d'impact qui sont alors non pas des certitudes s'appuyant sur des références solides (tel projet aura tel impact quantifié et qualifié), mais sur des dires d'experts difficilement vérifiables et qui peuvent conduire à des erreurs. Toutefois, il est difficile de reprocher ce manque de connaissances car l'information est souvent difficilement accessible puisque sous forme d'articles scientifiques rédigés en anglais et fréquemment payants.

Contexte du mémoire

Ce mémoire s'insère dans ce contexte d'études d'impact réalisées avec une approche technique et scientifique plus ou moins bien maîtrisée par les écologues des bureaux d'études environnementales (BEE). Comment permettre aux bureaux d'études d'éviter d'omettre des effets ? De sous-évaluer des impacts ? Une solution est la création d'un outil qui serve à la fois de méthode standardisée à l'évaluation des impacts dans laquelle seraient indiqués tous les effets par taxon, et de base de données regroupant et traduisant de manière pédagogique

toutes les connaissances actuelles dont un BEE a besoin pour réaliser une étude d'impact à la biodiversité objective et scientifiquement la plus solide possible.

Cet outil prend le nom de « méthode CERISE » et est développée par la Collectivité européenne d'Alsace (CeA) au sein de son programme de recherche éponyme. Son acronyme signifie Éviter, Réduire et Compenser par l'Information et la connaissance Scientifique en Écologie. Le but de la méthode est d'éliminer les biais dus aux inventaires naturalistes et au manque d'informations et de connaissances des écologues. CERISE se veut ainsi plus objective et a pour objectif d'obtenir des résultats similaires quel que soit l'utilisateur en se basant sur une littérature scientifique solide.

La méthode CERISE a fait l'objet d'un précédent stage. Ce dernier a consisté en l'étude des effets et sous-effets pouvant survenir lors des projets d'aménagement du territoire. Il a ainsi donné sa légitimité à la méthode en montrant que nombre d'entre eux étaient négligés lors des études d'impact (Bouteiller, 2020). Ce stage intervient dans un contexte où la méthode a été mise au point et est accompagnée de différents outils mais où des améliorations étaient nécessaires afin de faciliter son application. L'objectif de ce stage a ainsi été d'appliquer la méthode CERISE afin d'identifier et de mettre en œuvre les points d'amélioration.

I. Introduction à la méthode CERISE : fonctionnement en début de stage

Le présent rapport ayant pour objectif de détailler les étapes qui ont conduit à l'amélioration de la méthode, il est tout d'abord nécessaire de comprendre le fonctionnement de la méthode telle qu'elle était au début de ce stage au sein de la Collectivité européenne d'Alsace.

La méthode CERISE intervient pour rendre les études d'impact plus complètes mais aussi moins subjectives. Celles-ci sont souvent basées sur des « dires d'expert ». Pour remédier à cela, la méthode demande aux écologues de systématiquement justifier leurs choix et de baser leur argumentaire sur des études scientifiques. Plutôt que de simplement faire une synthèse de ces études, la méthode va plus loin et propose un cadre méthodologique standardisé dans la réalisation des états initiaux et des études d'impact à la biodiversité afin de combler les lacunes scientifiques et techniques rencontrées dans différents dossiers (chaque bureau d'études environnementales a sa méthode, pas toujours très rigoureuse ni pertinente ; Jumeau J. *comm. pers*).

La méthode propose un déroulement en plusieurs étapes :

1. Caractérisation de l'état initial des populations via des enjeux croisés de conservation
2. Caractérisation des effets du projet
3. Caractérisation et quantification des impacts des effets sur les populations

1) Caractérisation de l'état initial des populations via des enjeux croisés de conservation

La méthode CERISE intervient immédiatement après la réalisation des inventaires faune/flore par le bureau d'études environnementales (BEE). Sur la base de ces données d'inventaire, la méthode demande à l'écologue en charge de l'étude de caractériser l'état local de conservation pour chaque population d'espèces (ou taxon selon la précision et le besoin) à l'aide de 8 critères populationnels (par exemple, les effectifs locaux, la qualité des habitats d'espèces... ; **Figure 1**). Pour chaque critère, l'écologue développe un argumentaire en se basant sur la littérature scientifique (cf. I.4) et attribue un curseur. Il existe 4 niveaux de curseurs : Fort, Moyen, Faible, Inconnu. Leur attribution est guidée : par exemple, le critère « Effectifs relatifs » identifie un rapport entre les effectifs du site et les surfaces d'habitats à partir duquel on passe d'un niveau de curseur à un autre. Le curseur doit être évident au regard de l'argumentaire fourni par l'écologue, évitant un écueil de nombreux états initiaux indiquant

simplement un « niveau d'enjeu » sans développer les raisons de cette attribution. Le critère « Structure » n'a pas été considéré pour la flore lors des applications précédentes car il caractérise les cycles de développement permettant d'avoir une reproduction effective ; or, pour ce taxon, il n'y a pas de juvéniles.

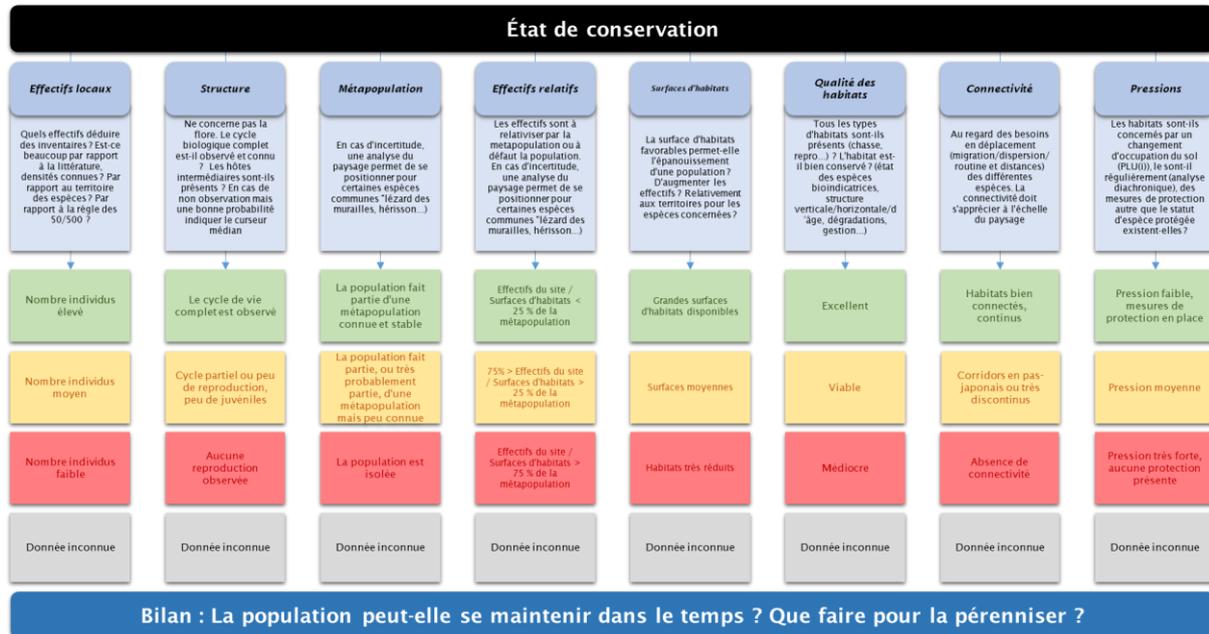


Figure 1 : Récapitulatif des critères étudiés pour réaliser l'état initial de conservation

Une note est attribuée en fonction du curseur : 1 pour Fort, 0,5 pour Moyen, 0 pour Faible et Inconnu. Pour obtenir l'état initial de conservation, la méthode additionne sans pondération les 8 critères étudiés (7 s'il s'agit de la flore) et les relativise afin d'avoir une note sur 1.

$$x = \text{État initial de conservation} = 1 - \frac{C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7(+C8)}{7 \text{ ou } 8}$$

La note obtenue permet ensuite de qualifier l'état local de conservation de la population étudiée selon les mêmes termes que la Directive habitats :

- $x \geq 0,75$: « Favorable » ;
- $0,35 \leq x < 0,75$: « Défavorable inadéquat » ;
- $x < 0,35$: « Défavorable mauvais ».

L'état local de conservation est ensuite croisé avec l'enjeu général de conservation issu des listes rouges UICN et locales. À chaque catégorie des listes rouges est associé un niveau d'enjeu général de conservation allant du Faible au Très fort (**Figure 2**). L'enjeu général de conservation est ainsi obtenu de la manière suivante, sachant que c'est la liste rouge la plus défavorable entre l'UICN et la locale qui est retenue par espèce :

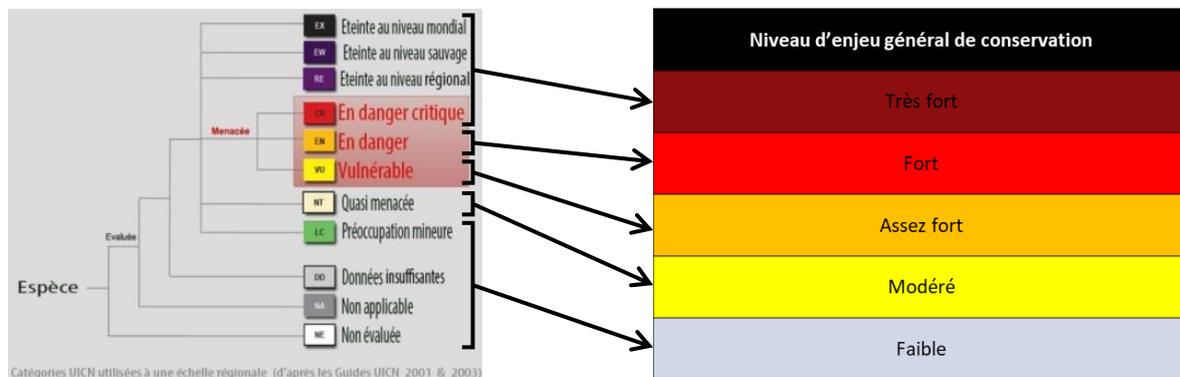


Figure 2 : Association des catégories des listes rouges de l'UICN à un niveau d'enjeu général de conservation

L'enjeu croisé de conservation est le croisement du résultat de l'état local de conservation et de l'enjeu général de conservation (**Tableaux 1 et 2**).

Tableaux 1 et 2 : Croisement de l'état local de conservation et de l'enjeu général de conservation permettant d'obtenir le niveau d'enjeu croisé de conservation & Niveau d'enjeu croisé de conservation

		État de conservation (note)			Niveau d'enjeu croisé de conservation
		≥ 0,75 « Favorable »	0,35 ≤ x < 0,75 « Défavorable inadéquat »	< 0,35 « Défavorable mauvais »	
Enjeu général de conservation	Faible				Très fort
	Modéré				Fort
	Assez fort				Assez fort
	Fort				Modéré
	Très fort				Faible

Ce niveau d'enjeu permet de hiérarchiser les populations et habitats de ces populations dans un but de comparaison des différentes variantes du projet étudié et de priorisation des actions

de la démarche ERC. Il permet également d'apporter des arguments dans le calcul des dettes compensatoires (si 1 m² est détruit, faut-il compenser à hauteur de 2 m² ? 3 m² ?).

2) Caractérisation des effets du projet

Une des lacunes rencontrées dans les études d'impact est l'oubli ou le non-développement de certains effets. Une manière de répondre à cette lacune est d'indiquer pour chaque type de projet, l'ensemble des effets à prendre en compte. Pour cela, tous les différents effets pouvant intervenir lors des projets d'aménagement du territoire ont été identifiés et listés en 2019 et 2020 en se basant sur la littérature scientifique afférente aux différents types de projets. Quel que soit le type de projet (carrière, éolien, route...), trois effets sont toujours redondants et structurent les sous-effets :

- Les perturbations ;
- La modification du paysage ;
- La destruction d'individus.

À chacun de ces effets sont associés des sous-effets dépendant des types de projets et qui vont concerner la phase chantier, la phase d'exploitation ou les deux. Ci-après, la liste des sous-effets liés aux projets routiers (type de projet sur lequel s'est focalisé ce mémoire) :

Tableau 3 : Descriptif des effets et sous-effets étudiés dans la méthode CERISE

Effet	Sous-effet
Perturbations	Pollution lumineuse (*)
	Pollution sonore (*)
	Pollution chimique (*)
	Pollution physique (*)
Modification du paysage	Ensevelissement des habitats (PC)
	Modification des taches d'habitat (PE)
	Modification de la connectivité (PE)
	Modification de l'hétérogénéité (PE)
Destruction d'individus	Pièges écologiques (*)
	Destructions d'individus (PC)
	Collisions véhicules-faune (PE)

(PC) : Phase chantier

(PE) : Phase d'exploitation

(*) : les deux

L'écologue doit argumenter sur la présence ou non de ces différents sous-effets dans le projet qu'il étudie, et en explique la gravité. Par exemple, dans le cas d'un projet de modification d'une route existante avec « augmentation très forte du trafic dans des conditions techniques similaires », une modification des collisions véhicules-faune est attendue. L'écologue décide donc de retenir ce sous-effet dans son analyse des impacts. En se basant sur la littérature, il détaillera ensuite le niveau de trafic et toutes les caractéristiques du paysage et du projet qui seront susceptibles de modifier la gravité des collisions. Pour cela, il se basera sur les fiches effets qui listent et expliquent tous les effets possibles d'un projet sur la biodiversité (I.4).

3) Caractérisation et quantification des impacts des effets sur les populations

L'étape suivante consiste à caractériser les impacts associés à chaque effet et ce pour toutes les populations concernées par le projet. Afin d'obtenir un résultat similaire quel que soit l'utilisateur de la méthode CERISE, la caractérisation des impacts s'appuie sur la littérature scientifique compilée au sein de CERISE (I.4) et l'attribution d'un curseur définissant le niveau d'impact. Pour cela, l'écologue argumente sur l'impact attendu en fonction des caractéristiques des taxons concernés puis attribue un curseur d'impact allant de 0 à 5 avec possibilité de considérer un impact positif. Les curseurs sont définis de la manière suivante :

Tableau 4 : Définitions et code couleur associés aux différents niveaux d'impacts

Niveau d'impact	Définition
0	Impact nul
1	Impact minime mais existant. Le cumul d'impacts de niveau 1 est peu de nature à entraîner un impact synergique.
2	Impact réduit justifiant des mesures ERC. Le cumul d'impacts de niveau 2 est à considérer pleinement.
3	Impact modéré à élevé dont la non-significativité doit être motivée (de base un impact 3 induit un impact global significatif).
4	Impact fort significatif altérant la survie de la population.
5	Impact majeur induisant une probabilité d'extinction quasi-certaine ou certaine de la population, pas obligatoirement dans un futur proche.
Positif	Impact positif

Ainsi, par exemple, la création de bassins d'orage qui, s'ils sont bien entretenus, peuvent constituer des habitats de reproduction supplémentaires pour les amphibiens (Jumeau et al., 2020) peut avoir un impact positif et justifier l'attribution du curseur associé.

Après la caractérisation des impacts, la dette compensatoire (combien le projet doit-il être compensé ?) est calculée via ECO-MED. Cette méthode, développée par le bureau d'études du même nom, calcule un ratio de compensation. Cela permet d'estimer les surfaces de compensations qu'il sera nécessaire d'avoir pour permettre au projet d'être validé. La quantification de la dette compensatoire étant effectué par une autre méthode que CERISE, ce point n'est pas plus développé dans ce mémoire.

4) Outils associés à la méthode CERISE

La méthode CERISE s'accompagne d'outils qui permettent de guider l'utilisateur et de simplifier son application. Comme indiqué précédemment, l'argumentaire demandé par la méthode pourra s'appuyer sur les connaissances scientifiques qui y sont compilées sous forme de fiches. Ces dernières constituent un premier outil. Les fiches CERISE sont scindées en deux catégories. Il existe d'abord des « Fiches effets » qui viennent recenser la connaissance scientifique associée aux différents effets cités auparavant. La fiche associée aux « Perturbations » a toutefois été subdivisée car cela facilite la lecture des fiches et limite leur longueur. Il existe ainsi une fiche pour chacun des sous-effets qui lui sont associés. Les fiches effets sont donc au nombre de six et sont listées ci-après :

- Pollution lumineuse
- Pollution sonore
- Pollution chimique
- Pollution physique
- Modification du paysage
- Destruction d'individus

Les fiches effets décrivent les effets et les sous-effets du projet sur la biodiversité, indiquent les taxons concernés par ces effets et sous-effets, listent les impacts connus et présentent si nécessaire les spécificités associées aux types de projet d'aménagement. Des « Fiches espèces » viennent compléter les « Fiches effets ». Celles-ci décrivent précisément les impacts relatifs aux différents taxons vis-à-vis des effets listés.

Le travail de création des fiches CERISE a débuté lors d'un stage précédent. Ainsi, les fiches effets existaient au début du stage. Leur structure était définie mais elles demeuraient lacunaires. Pour ce qui concerne les fiches espèces, c'est essentiellement une réflexion sur leur structure et sur leur contenu qui avait été réalisée. Une fiche concernant la Pie-grièche écorcheur avait toutefois émergée de cette réflexion.

Un second outil vient compléter ces fiches. Il s'agit d'un tableur Excel qui recense les résultats obtenus à toutes les étapes de l'application de CERISE. Il permet ainsi de récapituler l'état initial de conservation de l'ensemble des populations étudiées mais aussi de traiter individuellement l'état de conservation locale des populations et les impacts qu'elles subissent.

5) Perspectives d'amélioration

Ce stage a pour objectif d'améliorer la méthode CERISE. Pour cela, il a fallu dans un premier temps appliquer la méthode en se mettant à la place d'un écologue en bureau d'études environnementales (BEE) et ce sur des projets concrets. Les points d'amélioration identifiés seraient alors en adéquation avec les futurs besoins des BEE. Il est toutefois nécessaire de noter que les applications de la méthode par la Collectivité européenne d'Alsace ne constituent qu'une étape permettant la mise au point de la méthode.

II. Application de la méthode CERISE sur différents projets routiers

Plusieurs applications de la méthode CERISE ont été réalisées pendant ce stage, uniquement sur des projets routiers et de pistes cyclables : l'aménagement de la RD929 entre Rohrwiller et Drusenheim (piste cyclable), l'Aménagement pour l'Amélioration des Accès Autoroute-Agglomération des 3 Frontières (abrégé en 5A3F, requalification d'une voie rapide près de Saint-Louis) et le contournement de Mertzwiller (création d'une route départementale). Ces projets d'échelles différentes ont permis de vérifier l'applicabilité de la méthode pour des projets d'ambitions et de tailles variées.

1) Application sur le projet de contournement de Mertzwiller, présentation du projet

L'application principale a été faite sur le projet de contournement de la commune de Mertzwiller (Bas-Rhin). Ce projet, porté par la Collectivité européenne d'Alsace, a pour but de désengorger la RD1062 traversant la commune qui connaît fréquemment des affluences fortes provoquant de nombreuses nuisances aux riverains. Il s'agit d'un projet débuté dans les années 90 qui a fortement évolué depuis. Par exemple, afin d'éviter les secteurs au sud de la commune présentant une richesse environnementale élevée, seules des variantes du projet situées au nord de la commune sont encore étudiées aujourd'hui. Cette connaissance du patrimoine naturel se base sur de nombreux inventaires naturalistes faune-flore-zones humides fournissant une base de données étoffée pour tester la méthode. Tous les taxons ou presque y sont présents et comprennent à la fois des espèces communes ou rares (protégées, patrimoniales). À partir de cette base de données, six variantes ont été envisagées différant principalement selon leur longueur et aménagements de raccordement à la RD1062 existante (**Figure 3**).







Figure 3 : Variantes 1 à 6 (de haut en bas) envisagées pour le projet de contournement de Mertzwiller

Le choix d'appliquer CERISE sur ce projet était pertinent dans le sens où de nombreuses données étaient disponibles et où le projet constituait un cas classique de projet routier complexe. De plus, l'exercice s'intégrait dans les besoins du projet à ce moment : déterminer la variante de moindre impact à la biodiversité.

Toutefois, l'application de CERISE réalisée sur ce projet fut partielle. En effet, les objectifs du projet et l'avancée de la consolidation de CERISE ne le nécessitant pas, l'état de conservation et la définition des enjeux croisés n'ont pas été testés (ayant déjà fait l'objet de plusieurs tests les années passées). L'application consista donc en la caractérisation des effets puis des impacts que le projet aura vis-à-vis de la biodiversité.

2) Caractérisation des effets

Comme indiqué dans le [chapitre I.2](#), la méthode demande d'identifier les effets à retenir concernant le projet. Comme il s'agit d'un projet routier, c'est la liste détaillée dans le **tableau 3** du [chapitre I.2](#) qui a été utilisée. Cependant, une première difficulté est apparue sur la caractérisation des effets du projet : l'écologue ne connaît pas forcément toutes les caractéristiques techniques du projet. Il lui est donc difficile d'identifier celles qui auront un impact sur la biodiversité (ce qui se traduit régulièrement par des dossiers d'études d'impact avec des mesures liées à des travaux de nuit alors que les projets concernés ne prévoyaient pas de travaux de nuit, Jumeau J. *comm. pers*). Seul le chef de projet, c'est-à-dire la personne aux commandes du projet, y compris sur la partie technique, possède ces informations. Pour répondre à cette difficulté, il a fallu concevoir un outil qui permettait d'entretenir un dialogue efficace entre l'écologue et le chef de projet afin d'identifier tous les effets du projet. L'outil se devait d'être à la fois exhaustif pour n'omettre aucun effet, et pédagogique car le langage propre aux écologues n'est pas le même que le langage technique, ici routier. **Cet outil de communication entre écologue et chef de projet forme le premier point d'amélioration de la méthode identifié lors de ce stage.**

3) Caractérisation des impacts

Tel qu'indiqué dans le [chapitre I.3](#), une fois les effets caractérisés, l'écologue en charge de l'étude d'impact doit argumenter sur les conséquences que l'effet va avoir sur chaque population impactée. Il va ensuite transposer son argumentation en une note d'impact attribuée pour chaque effet à chaque taxon. Dans le cadre de l'application sur Mertzwiller, l'avancée du projet fait que la méthode a été appliquée taxon par taxon (choix plus adapté à des comparaisons de variantes) et non population par population (plus adapté à des

demandes de dérogations espèces protégées). Pour cela, la méthode CERISE prévoit que l'écologue s'appuie sur ses connaissances mais également sur les fiches effets et à l'avenir les fiches espèces (dont il n'existait qu'une ébauche au début de ce stage). Une deuxième difficulté est apparue à ce stade et concernait les fiches effets. En effet, si elles décrivaient avec un bon niveau technique et scientifique les effets et abordaient sommairement leurs impacts sur la biodiversité, elles manquaient fortement d'opérationnalité. Pour reprendre l'exemple du trafic modifié par un projet routier, si cette modification est minime, alors aucun impact ne peut survenir. Dans cet exemple, il existerait théoriquement ainsi un seuil biologique mais surtout pragmatique sur lequel baser son raisonnement pour définir la rétention ou non de l'impact. **La reprise des fiches effets dans une optique de plus grande applicabilité fut le deuxième point d'amélioration identifié.**

À partir des effets et espèces étudiées, il fallait, à l'aide d'un argumentaire scientifique, attribuer un niveau de curseur permettant de quantifier l'impact (de +1 à -5). Il a alors été question de remplir le tableur CERISE (1.4) dans lequel il est possible de renseigner les niveaux de curseur pour chaque effet. Il est apparu que le tableur présentait des modalités obsolètes et devait donc être repris. En outre, il s'est avéré que, même en présence d'un argumentaire solide, des hésitations survenaient sur le niveau de curseur à attribuer : le texte décrivant les niveaux (cf. **Tableau 4**) qui était disponible au début du stage manquait de précisions. L'idée a donc été d'investiguer l'origine de ces hésitations et de les corriger. Pour cela, différents écologues ont été sollicités pour étudier les différences de décisions entre eux sur les niveaux de curseur à attribuer à partir d'exemples fictifs. **Comprendre et corriger les hésitations liées à l'attribution du niveau de curseur d'impact a été le troisième point d'amélioration identifié.**

4) Résumés des points d'amélioration identifiés

Via les différentes applications concrètes de CERISE sur plusieurs projets, et surtout sur le projet de contournement de Mertzwiller, trois points d'amélioration ont été identifiés :

- (1) La nécessité de concevoir un outil de dialogue entre l'écologue et le chef de projet dans l'optique de collecter différentes caractéristiques techniques des projets étudiés ;
- (2) Le besoin de reprendre les fiches effets existantes pour une meilleure applicabilité ;
- (3) La nécessité de comprendre l'origine des hésitations sur les niveaux de curseur d'impacts et de mettre en place un outil levant ce problème.

Un quatrième point d'amélioration (basé sur les besoins déjà identifiés en début de stage) est venu compléter les trois premiers :

(4) La complétion des outils existants à savoir les fiches espèces (4a) et le tableur d'application de CERISE (4b).

III. Amélioration (1) : Dialogue entre le chef de projet et l'écologue

Comme décrit précédemment, les applications de la méthode CERISE réalisées dans le cadre de ce stage ont commencé par l'identification des effets. L'écologue réalisant l'étude d'impact a besoin de connaître de nombreuses informations que seul le chef du projet détient. Or, dans sa version initiale, la méthode ne contenait pas d'outil de dialogue entre l'écologue et le chef de projet permettant de faciliter l'obtention de ces informations. La création de cet outil fut le premier point d'amélioration de la méthode.

1) Élaboration d'un questionnaire

L'outil qu'il a semblé le plus pertinent de développer est un questionnaire fléché. En effet, ce type d'outil permet au minimum à l'écologue de n'omettre aucune question et donc de rassembler l'ensemble des informations sur les caractéristiques techniques du projet. La construction du questionnaire s'est basée sur la logique de CERISE et des fiches effets : ces dernières étant structurées effet par effet, dans le questionnaire, chaque effet était abordé indépendamment des autres afin de simplifier le travail d'analyse de l'écologue. Pour cela, il a fallu identifier, via les fiches effets mais aussi une recherche dans la littérature scientifique, les modalités des projets ayant un impact sur la biodiversité. Une fois celles-ci identifiées (travaux de nuit, sources de pollution sonore, modification des pratiques agricoles...), les questions devaient être formulées à destination du chef de projet. Par exemple, il n'était pas pertinent de le questionner sur comment serait modifiée l'hydrologie du site (question plutôt destinée à l'écologue) mais davantage sur les structures qui pourraient en être à l'origine. De même, il pouvait être intéressant d'avoir son expertise sur les sources de pollution sonore attendues en phase chantier.

Une fois le contenu du questionnaire achevé, un travail de mise en forme a alors débuté. Comme pour le reste de la méthode, l'objectif était toujours de fournir à l'utilisateur (l'écologue du BEE réalisant l'étude d'impact) des outils simples à prendre en main pour faciliter l'acceptation de la méthode. Chaque partie s'est alors vue attribuer le même code couleur que les fiches effets afin de mettre en valeur l'effet associé et la phase du projet concernée (« chantier » ou « exploitation », deux termes valables pour l'ensemble des types de projets possibles) était signalée par un texte en gras. Dans une logique temporelle et dans la mesure du possible, les questions concernant la phase chantier étaient posées avant celles propres à la phase d'exploitation. Deux versions de ce questionnaire ont été créées : une version Word et une version Excel. Si la version Excel permet une meilleure liaison entre les

caractéristiques du projet et les effets via des formules de cellules et permet également de produire une synthèse, la version Word a quand même été réalisée car la rédaction sous Word est plus aisée que sous Excel. Dans une logique « user-friendly » (c'est-à-dire de simplicité d'utilisation), le choix est laissé à l'écologue de l'outil avec lequel il est le plus à l'aise. La synthèse réalisée dans l'Excel permet d'identifier directement les effets retenus. Par exemple, l'absence de travaux de nuit se traduit par la non-rétention de l'effet « Pollution lumineuse en phase chantier ».

2) Applications du questionnaire

Cette première version « effet par effet » a été testée auprès de trois différents chefs de projets routiers concrets portés par la Collectivité européenne d'Alsace. Ces projets (Mertzwiller, RD929, 5A3F) étaient de différentes tailles, à des stades d'avancement divers et aux enjeux environnementaux variés. Le test a simplement consisté à dérouler le questionnaire, question par question lors d'un entretien avec chaque chef de projet : « Des travaux de nuit sont-ils prévus ? Quelles peuvent être les sources de pollution sonore en phase chantier ? ». Question après question, les difficultés liées à chacune étaient identifiées.

Une deuxième étape a ensuite consisté à partager ce questionnaire à d'autres écologues afin de savoir s'ils parvenaient à l'utiliser sans difficulté. Ainsi, trois entretiens (un pour chaque écologue volontaire) ont été organisés. Chaque écologue avait en sa possession un exemplaire du questionnaire (le choix de la version du questionnaire étant laissé libre) et avait pour objectif de l'appliquer sur un projet (route ou piste cyclable). Le même échange que précédemment entre chef de projet et écologue (mais sur d'autres projets) avait alors lieu mais avec pour objectif de repérer les hésitations de l'écologue parcourant le questionnaire.

3) Conclusion des tests

Le premier test (application personnelle sur trois projets) a d'abord permis d'identifier les formulations peu claires, trop longues ou encore les erreurs d'appréciation du rôle du chef de projet. Après avoir appliqué par trois fois le questionnaire, la pertinence de chaque question a alors pu être éprouvée. Un premier inconvénient majeur de l'outil a été révélé par le test : il était difficile d'entretenir un dialogue intéressant sans justifier, auprès du chef de projet, l'intérêt de chaque question.

Concernant le second test (prise en charge du questionnaire par d'autres écologues), plusieurs éléments ont été mis en avant. D'abord, la méconnaissance du projet empêchait le

bon déroulement de l'entretien. En effet, la connaissance du projet permet à l'écologue de chercher davantage d'informations que ce que la question suppose (d'après ses connaissances ou son expérience par exemple). Un point en début d'entretien peut alors être nécessaire pour que chef de projet et écologue discutent des objectifs du projet et de ses variantes. Ensuite, il est apparu que les écologues, parcourant attentivement le questionnaire, s'attardaient parfois sur des questions pour lesquelles il aurait été possible d'aller plus rapidement. Ainsi, selon l'ampleur du projet, il est nécessaire de passer plus ou moins de temps sur les questions. Par exemple, s'étendre sur la pollution sonore en phase d'exploitation d'un projet de piste cyclable n'est pas pertinent. Enfin, le questionnaire doit être parcouru par l'écologue avant l'entretien afin que l'échange soit plus dynamique.

4) Prise en compte des lacunes

En conséquence des lacunes identifiées à l'issue du premier test, les questions manquant de clarté ont été reformulées et des notes d'information ont été ajoutées avant chaque question avec pour objectif de décrire les effets et impacts associés aux différentes caractéristiques du projet. L'intérêt de ce second point était ainsi double. Tout d'abord, un véritable dialogue pouvait naître de ce questionnaire et de cet échange car les questions étaient justifiées et l'intérêt de chaque question était alors plus évident, notamment pour le chef de projet. Ensuite, le chef de projet pouvait acquérir des connaissances scientifiques propres aux enjeux environnementaux, lui permettant de mieux cerner cette composante, souvent contraignante dans ses procédures. Le second test (réalisé par d'autres écologues) ayant montré des problèmes liés à la connaissance de l'écologue concernant le projet étudié mais aussi la structure du questionnaire, une note à l'utilisateur a été rédigée, censée le guider dans son entretien. Ainsi, les diverses applications du questionnaire qui ont pu être faites ont permis de l'améliorer aussi bien pour ce qui concerne le dialogue avec le chef de projet que sa prise en main par les écologues. Grâce à l'application test de la première version du questionnaire, sa version finale (**Figure 4**) est structurée de la manière suivante :

- Une introduction destinée à l'écologue (détaillant l'objectif du questionnaire et comment le prendre en main, dans un souci de répétition de la notice d'utilisation qui sera issue du guide général de la méthode CERISE) ;
- Une partie générale traitant de caractéristiques ayant une influence sur plusieurs effets ;
- Une succession de parties traitant des questions spécifiques à chaque effet ;

- Une dernière partie permettant de recueillir le ressenti du chef de projet à l'issue de l'entretien.

Enfin, pour faciliter davantage la prise en main, des cases à cocher pour la version Word et des listes déroulantes pour la version Excel sont venues compléter les encarts de réponse et simplifier la prise de notes. Par exemple, il est possible de répondre en cochant des cases ou choisissant dans une liste déroulante : « Oui », « Non », « À approfondir » au sujet de la présence d'éclairage en phase d'exploitation.

5) Extraits du questionnaire

3/7 Fiche technique n°2 : Pollution sonore

Le bruit perturbe les communications intraspécifiques, peut avoir des impacts sur le comportement ou même provoquer des dommages auditifs. Tous ces phénomènes peuvent entraver le maintien d'une population.

- 1) *En **phase chantier** : La pollution sonore constitue une importante source de nuisances (par exemple, de forts bruits durant l'hivernation peuvent amener au réveil et augmenter la mortalité). La pollution sonore est principalement causée par les engins de chantier. Des mesures d'atténuation sont nécessaires afin de limiter cette pollution en **phase chantier**.* Quelles peuvent être les sources de pollution sonore en **phase chantier** ? Les mesures d'atténuation classiques (limitation des vitesses de circulation, choix des engins de chantier les moins bruyants, entretien des équipements bruyants) peuvent-elles être mises en place ?

Mesures d'atténuation du bruit ? Oui Non
 À approfondir Non concerné

Encart de réponse : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

3 sur 7		Pollution sonore
<i>Le bruit perturbe les communications intraspécifiques, peut avoir des impacts sur le comportement ou même provoquer des dommages auditifs. Tous ces phénomènes peuvent entraver le maintien d'une population.</i>		
Problématique	<i>En phase chantier : La pollution sonore constitue une importante source de nuisances (par exemple, de forts bruits durant l'hivernation peuvent amener au réveil et augmenter la mortalité). La pollution sonore est principalement causée par les engins de chantier. Des mesures d'atténuation sont nécessaires afin de limiter cette pollution en phase chantier.</i>	
Question	Quelles peuvent être les sources de pollution sonore en phase chantier ? Les mesures d'atténuation classiques (limitation des vitesses de circulation, choix des engins de chantier les moins bruyants, entretien des équipements bruyants) peuvent-elles être mises en place ?	
Encart de réponse	Insérer votre réponse ici.	
Résumé	Mesures d'atténuation du bruit :	

Figure 4 : Extraits des versions Word et Excel du questionnaire d'échange entre l'écologue et le chef de projet

IV. Amélioration (2) : Reprise des fiches effets

Pour rappel, les fiches effets sont des descriptions techniques et scientifiques des différents effets. Telles que fournies en début de stage, elles décrivaient trop précisément les phénomènes mis en œuvre, au détriment de leur applicabilité sur les projets. Par exemple, pour la pollution lumineuse, les longueurs d'onde faisaient l'objet d'une longue description alors que c'est avant tout la présence de lumière qui est problématique et qu'il est difficile d'anticiper le choix des lampes. Les fiches ont donc été retravaillées.

1) Restructuration

Il est d'abord apparu que les fiches effets devaient être restructurées afin de les rendre plus opérationnelles. En effet, les différentes fiches effets n'ont pas la même structure ce qui introduit un sentiment de déséquilibre quant à la prise en main. Une confusion entre composantes de la perturbation et composantes du projet était également présente, nuisant à l'applicabilité des fiches. La composante de la perturbation qualifie les caractéristiques de la perturbation. Par exemple, dans la fiche initiale sur la pollution lumineuse, l'impact de l'éclairage, de la durée et de la fréquence d'exposition ainsi que des longueurs d'onde était traité. Or, les composantes de la perturbation ne sont pas utiles lorsqu'il s'agit d'appliquer CERISE (effet retenu et caractérisation des impacts). En effet, il est rare que l'écologue puisse avoir accès à ce niveau de détail. Elles sont toutefois intéressantes lorsqu'il s'agit d'envisager l'atténuation de l'effet. Les composantes du projet (par exemple, les travaux de nuit pour le cas de la pollution lumineuse) constituent l'information à laquelle l'écologue est vraiment confrontée et sur laquelle il peut baser son raisonnement.

Ainsi, de nouveaux plans ont été définis avec pour objectif de mettre davantage en avant les modalités des projets ayant un impact sur la biodiversité et moins les composantes de l'effet. Ces dernières furent réservées à l'étude de l'atténuation présente en fin de la fiche. Par exemple, pour limiter l'impact d'une pollution lumineuse, il est intéressant de maintenir l'éclairage au minimum ou encore d'opter pour la longueur d'onde qui aura le moins d'incidence sur les espèces. À partir de cette logique, l'ensemble des structures des autres fiches a été repris (**Annexe 1**).

La fiche « Pollution lumineuse » est un bon exemple de restructuration. Initialement, elle avait la structure suivante :

- Éclairage lumineux

- Temps d'exposition
- Spectre lumineux et longueurs d'onde
- Polarisation de la lumière

C'est donc la composante de la pollution qui est mise en avant et non pas les éléments du projet susceptibles d'entraîner des impacts. La constitution du plan de cette fiche en particulier a présenté une difficulté. Effectivement, la pollution lumineuse peut venir sous différentes formes et engendrer alors des impacts différents : source fixe/mobile ou encore éclairage continu ou discontinu. Afin d'éviter les redondances et de prendre en compte ces différentes modalités, le choix a été fait de distinguer les effets produits en phase chantier de ceux produits en phase d'exploitation. La polarisation lumineuse, étant à la fois un effet très spécifique et présent dans les deux phases, s'est vue consacrer une partie à part entière dans la fiche.

Après restructuration la fiche « Pollution lumineuse » a eu le plan suivant :

- Pollution lumineuse en phase chantier
- Pollution lumineuse en phase d'exploitation
- Polarisation de la lumière

2) Reprise du contenu

Afin de limiter la taille des fiches et pour qu'elles méritent cette appellation suggérant la concision, une séparation entre les aspects théoriques et pratiques a été envisagée. En effet, chaque fiche était constituée d'au moins une dizaine de pages et le mélange des deux aspects pouvait les rendre confuses. L'idée fut donc de décrire les effets dans une première partie théorique et de mettre en avant les interrogations à avoir pour appliquer CERISE dans une seconde partie pratique.

3) Recherche de nouvelles références scientifiques

La reprise des fiches dans leur structure et leur contenu, axant plus l'applicabilité que la pure connaissance, nécessitant de reprendre un travail bibliographique. Plus que de la littérature ciblant la théorie et les composantes des effets, les recherches se sont alors plus focalisées sur les modalités de projet pour lesquelles la description de l'impact était la moins détaillée.

Un protocole de recherche de nouvelles références bibliographiques a alors été établi. Celui-ci s'inspire du protocole établi pour constituer les fiches effets initiales. Les mots-clés

d'entrée étaient les suivants : « effect », « impact », « repercussion », « result », « damage » auxquels étaient associés les mots-clefs correspondant à chaque effet (impact des vibrations = vibration impact ; effet de la pollution par la lumière polarisée = polarized light pollution effect). Ces associations de mots-clés ont été recherchées en anglais et en français sur Google Scholar et sur Web of Science. Tous les résultats associés étaient parcourus mais l'article n'était pas lu dans son intégralité, seuls l'abstract, l'introduction, la discussion et la conclusion l'ont été. Il est toutefois important de noter la rareté voire l'inexistence d'études sur l'impact de ces modalités sur la biodiversité.

V. Amélioration (3) : Niveaux de curseur d'impacts à la biodiversité

La caractérisation des impacts nécessite l'attribution par l'écologue de curseurs (I.3). Or, après plusieurs applications de la méthode CERISE, il est rapidement apparu que cette attribution pouvait être soumise à des hésitations de la part d'un seul écologue. Entre plusieurs d'entre eux, il y aurait alors forcément des différences, conduisant à des interprétations subjectives, ce que cherche à éviter la méthode. Afin de comprendre d'où venaient ces hésitations, un jeu a été conçu proposant à plusieurs écologues de caractériser les impacts pour une situation donnée. Une hypothèse avancée pour expliquer ces hésitations portait sur la définition des curseurs (un texte explicatif sommaire indiquant quel niveau donner en fonction de tel impact) qui pouvait nécessiter d'être précisée. Par exemple, le prélèvement d'1% de la surface de l'habitat d'une espèce peut sembler anodin et justifier un impact -1. Toutefois, si ce 1% représente plusieurs hectares, il est légitime de réfléchir à l'octroi d'un impact de niveau -2 voire même -3.

1) Préparation d'un quiz

Dans ce jeu prenant la forme d'un quiz, plusieurs situations fictives étaient proposées à une audience composée d'écologues qui eurent la charge d'attribuer un niveau de curseur d'impact.

En vue de ce jeu, la définition des curseurs a été revue afin de permettre une meilleure appropriation par les participants :

- 1 : L'effet a un impact positif. Ce dernier intervient en-dehors de la séquence ERC.
- 0 : L'effet a un impact nul. Les individus ne subissent pas l'effet.
- -1 : L'effet a un impact minime mais existant. Le cumul d'impacts de niveau -1 est peu de nature à entraîner un impact synergique.
- -2 : L'effet a un impact réduit qui n'est pas de nature à remettre en cause le maintien de la population mais justifiant des mesures d'atténuation. Le cumul d'impacts de niveau -2 est susceptible d'avoir un impact significatif sur une population.
- -3 : L'effet a un impact significatif au sens où il peut altérer le maintien d'une population. Sa non-significativité doit être motivée. Des mesures de compensation sont nécessaires.
- -4 : L'effet a un impact compromettant fortement la survie de la population à moyen ou long terme.

- -5 : L'effet a un impact majeur induisant une probabilité d'extinction quasi-certaine ou certaine de la population.

Chaque niveau de curseur était accompagné de son illustration. Par exemple, pour le niveau d'impact -3 : « Une route traversant l'habitat du hérisson d'Europe va engendrer de nombreuses collisions. Celles-ci sont susceptibles d'avoir un impact sur la population qui pourrait voir son équilibre compromis. L'impact est alors significatif. »

Le jeu a rassemblé huit écologues de la Collectivité européenne d'Alsace de niveau, de métier et d'ancienneté variés, répartis en deux sessions de jeu (une de trois écologues puis une seconde de cinq) afin de permettre à chacun de s'exprimer au mieux (éviter d'avoir trop de monde et risquer que certaines personnes accaparent la parole).

2) Déroulé du test

Après avoir introduit la méthode CERISE et les problèmes vis-à-vis de la caractérisation des impacts aux écologues présents, la définition des curseurs a été présentée aussi pédagogiquement que possible en utilisant des métaphores : un impact -1 était considéré comme une piqûre de moustique : elle n'occasionne pas un grand trouble pour la population et sa multiplication non plus. L'impact -2 pouvait être perçu comme la perte d'un doigt : regrettable mais pas dommageable si elle est seule mais sa multiplication pourrait engendrer un sérieux impact. Le niveau -3 correspondait à la perte d'un bras : événement déjà lourd qui peut entraîner un déséquilibre. Un impact -4 était assimilé à la perte de la partie inférieure du corps qui représente un lourd handicap. L'impact -5 correspond à la perte de la tête : sans elle, il est a priori impossible de se maintenir.

Trois projets routiers fictifs leur ont été présentés, tous trois des projets de contournement mais dans des localisations différentes (Oermingen, Meistratzheim, Wiwersheim). Ces localisations fictives ont été sélectionnées en fonction de leur paysage (contexte forestier, contexte agricole plus ou moins favorable) afin d'avoir des situations variées dans des paysages variés mais qui restent réalistes. Réparties entre ces trois projets fictifs, dix situations ont été présentées de manière aussi exhaustive que possible. Pour cela, les participants bénéficiaient d'une visualisation du projet via un Système d'Information Géographique (SIG, **Figure 5**). Les éléments présentés étaient les suivants :

- L'emprise chantier ;
- Les contacts et/ou habitats d'espèces tels que classiquement présentés par les BEE dans les dossiers d'états initiaux ;

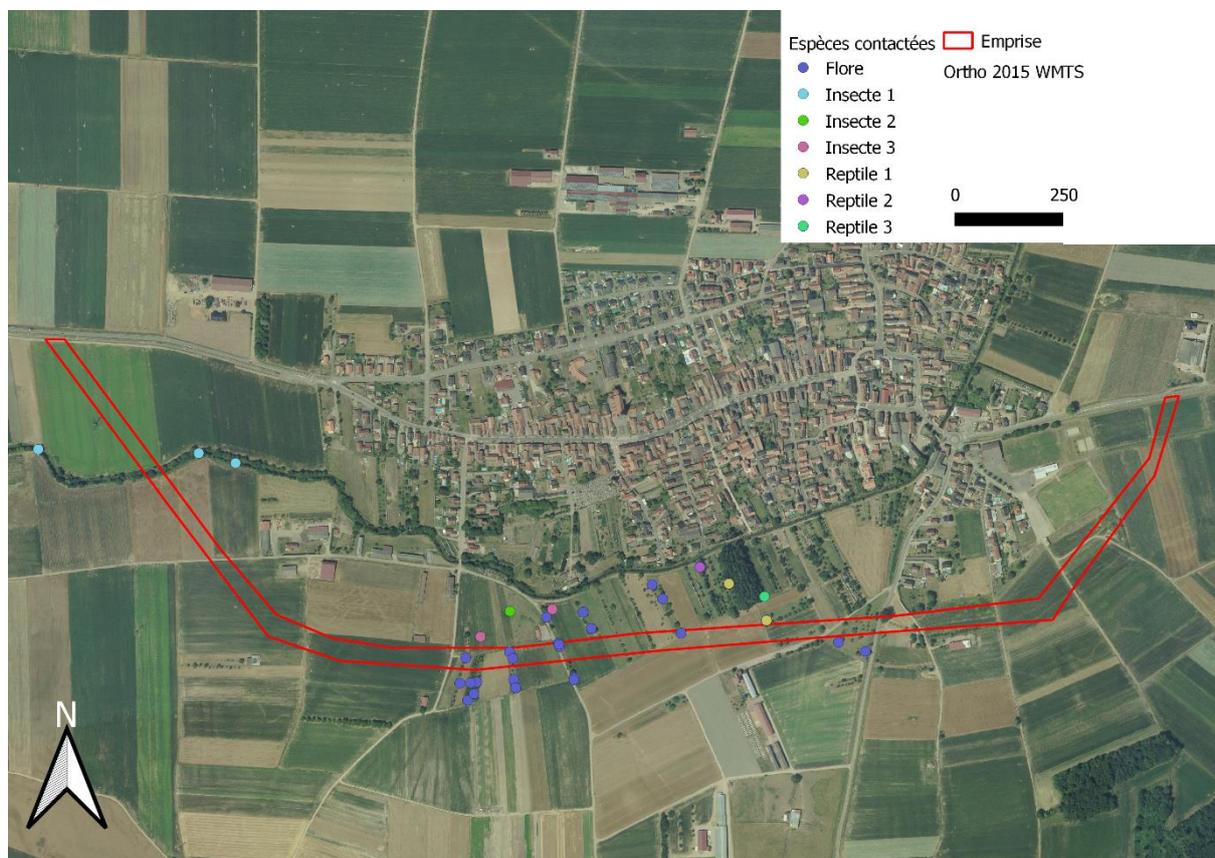
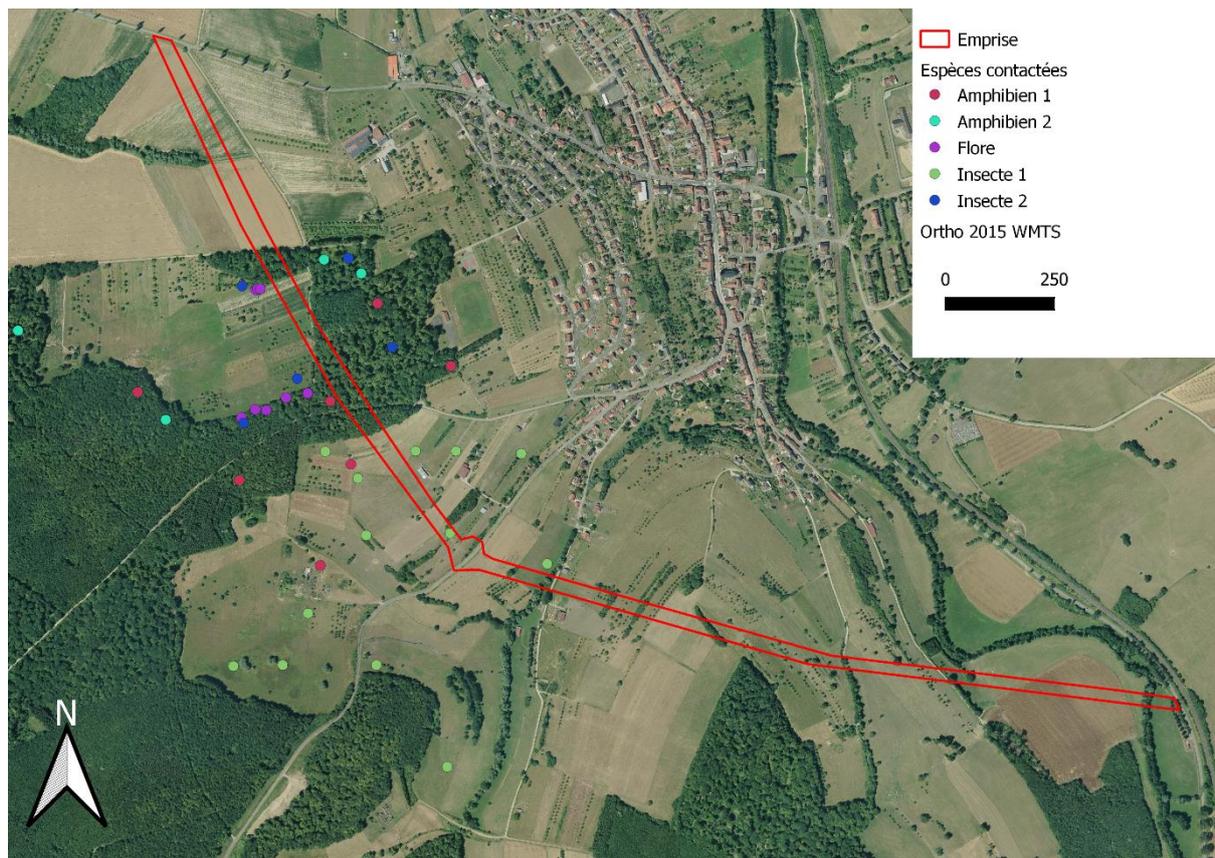
- Les impacts attendus (le jeu n'a pas pour objectif d'identifier les impacts mais de leur attribuer une note) ;
- Les mesures d'atténuation mises en place.

L'écologue possédait ainsi toutes les informations qu'un écologue de BEE réalisant une étude d'impact hors CERISE a classiquement à sa disposition. Les noms des espèces ont été masqués afin que seules les informations données soient prises en compte et non pas d'éventuelles connaissances sur l'espèce.

Par exemple, une des situations présentées aux participants avait pour objectif d'identifier l'impact de la construction d'un bassin d'orage temporaire à une centaine de mètres du lieu de reproduction principal de deux espèces d'amphibiens. Ce bassin a pour objectif de retenir les eaux de pluie pour éviter une pollution chimique pendant la période des travaux. Par ailleurs, il a été montré que les bassins d'orage peuvent constituer un habitat de reproduction pour les amphibiens à condition que leurs caractéristiques le permettent (possibilité de s'échapper) et que l'entretien soit pensé pour maintenir cet habitat. Ainsi, sa destruction en fin de chantier est susceptible d'amener à la destruction d'individus adultes mais aussi d'éventuelles pontes.

Une fois la présentation de la situation faite, l'audience était libre de poser toutes les questions dont elles jugeaient avoir besoin de la réponse pour attribuer une note. Les participants attribuaient ensuite une valeur au curseur d'impact via le site web QuizZoodle (**Figure 6**) qui permettait de cacher les réponses des uns et des autres tant que l'ensemble des joueurs n'avait pas répondu, limitant ainsi les biais d'influence. Une fois toutes les réponses dévoilées, un temps d'échange avait lieu dans l'optique de comprendre, s'il y en avait, l'origine des réponses différentes.

AMELIORATION (3) : NIVEAUX DE CURSEUR D'IMPACTS A LA BIODIVERSITE



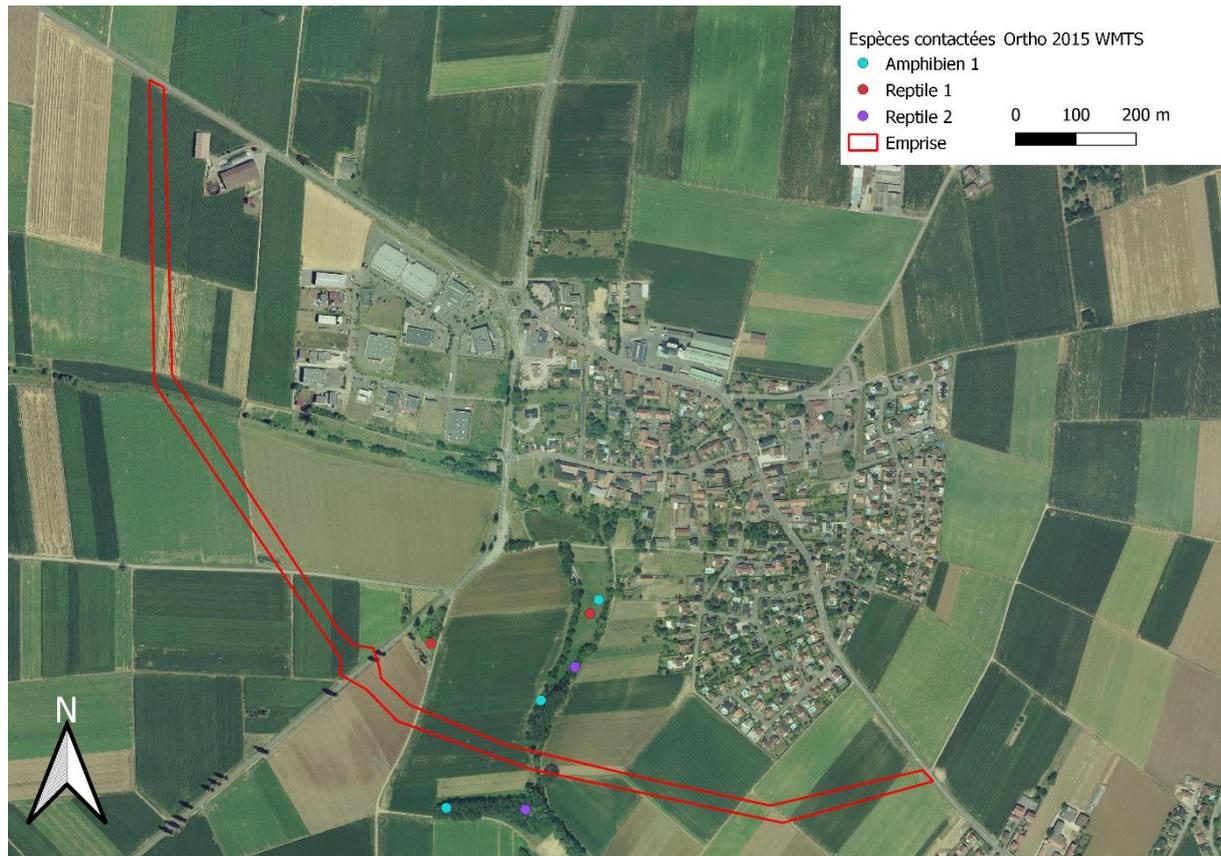


Figure 5 : Cartes des trois projets fictifs présentés avec l'emprise et les espèces contactées (de haut en bas : Oermingen, Meistratzheim, Wiwersheim)

[Situation 1] Quelle note attribueriez-vous à cette situation ?

A	1 : Impact positif
B	0 : Impact nul
C	-1 : Impact minime mais existant
D	-2 : Impact réduit
E	-3 : Impact significatif
F	-4 : Impact compromettant fortement la survie de la population
G	-5 : Impact majeur induisant une probabilité d'extinction quasi-certaine ou certaine de la population

Figure 6 : Interface de QuizZoodle présentée à l'audience (à noter que le texte correspondant à chaque curseur était simplifié dans l'interface mais les participants pouvaient à tout moment redemander les explications détaillées)

3) Résultats des sessions de jeu

La première session aura avant tout constitué un test du quiz. Effectivement, non seulement l'échantillon d'écologues était faible (pour rappel : trois personnes) mais il s'est avéré que les situations présentées ne fournissaient pas suffisamment de détails pour que tous les participants aient le même niveau d'information. Les curseurs proposés furent donc très différents entre eux, différence qui pourrait alors s'expliquer par l'intervention de connaissances personnelles et de l'expérience des participants pour pallier au manque d'information. Prenant note des erreurs de la première session, la seconde a été modifiée de sorte que chaque participant possédait les mêmes données avant d'attribuer sa note.

Plusieurs sources d'hésitations ont pu être identifiées à l'issue de ces sessions. Une première source a été identifiée comme provenant de la définition des curseurs. La définition de l'impact positif a d'abord été mal interprétée. Le fait qu'un impact positif intervenait en-dehors de la séquence ERC ne signifiait pas que l'impact ne pouvait pas provenir d'une mesure ERC mais qu'il ne pouvait pas provenir de l'impact « attendu » de cette mesure. Par exemple, des bassins d'orage sont construits pour éviter aux polluants de contaminer le milieu mais peuvent constituer, si les conditions le permettent, de nouveaux habitats de reproduction pour les amphibiens, permettant ainsi un impact positif. Ensuite, les termes « minime » et « réduit » ont été perçus comme flous. Enfin, l'aspect non-significatif d'un impact -3 sous certaines conditions a également perturbé les participants.

La seconde source d'hésitation identifiée serait attachée à la sensibilité de chacun. Par exemple, il était difficile pour l'audience de considérer n'importe quelle destruction d'individus comme minime. En effet, le prélèvement d'individus ne pouvait être envisagé comme un effet aussi faible. Toutefois, si cette sensibilité reste un facteur susceptible de faire varier l'attribution du curseur, elle n'est pas censée influencer la significativité d'un impact qui doit être strictement objective.

Suite à ces hésitations, la définition des curseurs d'impacts a été reprise d'après les ressentis exprimés pendant les sessions et a donné les résultats suivants :

- 1 : L'effet a un impact positif. Si cette positivité résulte d'une mesure environnementale liée à la population ou à une autre population/espèce, elle doit être détaillée et suffisamment élevée pour améliorer significativement l'état local de conservation.
- 0 : L'effet a un impact nul. Ni les individus ni leurs habitats ne subissent l'effet.
- -1 : L'effet a un impact existant mais négligeable. Le cumul d'impacts de niveau -1 est peu de nature à entraîner un impact synergique.

- -2 : L'effet a un impact justifiant des mesures d'atténuation mais n'est pas de nature à remettre en cause le maintien de la population. Le cumul d'impacts de niveau -2 est susceptible d'avoir un impact significatif sur une population.
- -3 : L'effet a un impact significatif au sens où il peut altérer le maintien d'une population. Des mesures de compensations sont nécessaires.
- -4 : L'effet a un impact compromettant fortement la survie de la population à moyen ou à long terme. Des mesures de compensations sont nécessaires.
- -5 : L'effet a un impact majeur induisant une probabilité d'extinction quasi-certaine ou certaine de la population. Des mesures de compensations sont nécessaires.

À noter que concernant une étude d'impact liée à une demande de dérogation « espèces protégées », un niveau de curseur -5 est une contre-indication à l'obtention de la dérogation dont la première condition est qu'elle « ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle » (article L411-2 du code de l'environnement).

Afin de vérifier la pertinence de ces modifications, de nouveaux tests seront à organiser.

VI. Amélioration (4a) : Complétion des fiches espèces

Pour rappel, les fiches espèces viennent compléter les fiches effets dans le sens où elles détaillent les impacts de chaque effet sur les espèces. Elles permettent à un écologue étudiant l'impact d'un projet sur une espèce précise de qualifier et quantifier le plus précisément possible l'impact du projet sur l'espèce au regard de sa sensibilité connue dans la littérature. Un Crapaud vert (*Bufo viridis*) pouvant parcourir de longues distances sur des chemins enrobés ne sera par exemple pas impacté par une piste cyclable de la même manière qu'un Pélobate brun (*Pelobates fuscus*) très casanier mais faisant pourtant partie du même taxon des amphibiens.

1) Définition de la structure

Au début du stage, les fiches n'étaient qu'à leur balbutiement et il fallait alors définir leur structure, leur contenu et la méthode de recherche des références bibliographiques. La structure a été pensée pour donner à l'utilisateur la vision de tous les impacts que peut subir une espèce pour chaque effet. Le choix a alors été fait de résumer par effet et pour les étapes du cycle de vie les impacts connus des projets sur un taxon. C'est ainsi qu'au sein d'un effet, les informations sont divisées de la manière suivante :

- Reproduction ;
- Mouvement ;
- Alimentation ;
- Communication ;
- Phase de repos ;
- Développement.

2) Définition du contenu

Des réflexions ont également été menées sur le contenu de ces fiches et notamment sur l'échelle à laquelle les fiches espèces compileraient l'information scientifique. Une première réflexion a concerné l'échelle de traitement (individus ? espèces ? taxon ?). Malgré leur nom, il est apparu plus pertinent que ces fiches traitent des effets des projets d'aménagement à l'échelle des taxons et non des espèces. Ce choix s'appuie sur trois points : d'abord, rédiger une fiche par espèce protégée demanderait énormément de temps et le nombre de fiches se retrouverait démultiplié. Ensuite, il s'est avéré que le nombre de

références bibliographiques associé à une espèce était souvent très faible. Enfin, procéder de la sorte contribuerait certainement à passer à côté d'impacts pour une espèce pouvant être extrapolé à une autre. Ce sont donc des fiches par taxon qui ont été retenues. Une deuxième réflexion eut lieu quand il s'est avéré qu'il existait peu d'articles traitant d'espèces protégées locales (ici, nationales) : que fallait-il faire alors des données concernant des espèces étrangères dont il était difficile d'affirmer la ressemblance avec les espèces locales ? Il fut décidé de laisser le choix de l'extrapolation aux écologues plus experts sur la question, toutes les références compilées ont donc trouvé place dans la fiche.

3) Recherche de références scientifiques

Concernant le protocole de recherche des références bibliographiques, les impacts subis par un taxon ont été recherchés pour chaque effet. L'effet étudié était ensuite associé au nom du taxon concerné (exemple : « light pollution amphibian »). Les recherches ont été effectuées sur Google, Web of Science et Scopus. Afin de structurer la recherche sans se disperser entre les taxons, la recherche de références s'est effectuée taxon par taxon et au sein de chaque taxon, par effet. Les mots-clés utilisés ne contenaient alors pas directement des noms d'espèces précises afin de permettre des extrapolations. Toutefois, une fois l'analyse terminée, un focus a été réalisé sur les espèces protégées locales.

Il faut toutefois signaler que l'élaboration des fiches espèces entrain dans le cadre d'un autre stage et que les recherches et la rédaction ont été l'objectif de celui-ci. Seules les définitions de la structure, du contenu et de la méthodologie des recherches bibliographiques entrainent dans le cadre du présent stage. Le travail d'élaboration des fiches a abouti à la création de deux d'entre elles : une sur les amphibiens et une sur les arthropodes. Un extrait de l'une d'elle peut être trouvé en **Annexe 2**. Ainsi, ce travail entamé lors d'un stage précédent, poursuivi dans un stage cette année, devra faire l'objet d'autres stages pour être complet. Toutefois, les réflexions menées jusqu'à présent auront permis d'ouvrir la voie pour connaître les attentes vis-à-vis de ces fiches et la méthode pour y parvenir.

VII. Amélioration (4b) : Reprise du tableur d'application de CERISE

La méthode CERISE s'accompagne d'un tableur permettant d'avoir à disposition toutes les données issues de son application. Pour rappel, ce tableur permet de fournir un support à l'écologue lorsque ce dernier renseigne l'état initial de conservation et caractérise les impacts. Son application sur les divers projets a mis en évidence plusieurs défauts. Tout d'abord, le tableur CERISE n'avait pas suivi toutes les modifications que la méthode avait subies cette dernière année et n'était donc pas à jour. Ensuite, il manquait un travail d'optimisation de l'outil pour le rendre simple d'utilisation. Il a alors fallu retravailler cet outil.

1) Mise à jour du tableur

Le tableur initial a d'abord été repris pour correspondre à la version actuelle de la méthode CERISE qui donne plus de clarté à ses outils. Pour aller dans ce sens, le contenu de l'Excel qui le supporte a été retravaillé. Les onglets qui n'étaient plus pertinents ont été retirés (notamment des onglets liés à des calculs de surfaces, calculs qui ont depuis été retirés de la méthode) puis un « nettoyage » au sein des onglets restants a été réalisé pour laisser uniquement les modalités à compléter pour l'application de CERISE (état initial, caractérisation des impacts...). L'objectif était de donner à cet outil une meilleure lisibilité et d'en faciliter la prise en main.

2) Optimisation du tableur : guider l'utilisateur

Des améliorations ont été apportées afin de simplifier le fonctionnement de l'outil. D'abord et dans le but d'aider l'utilisateur dans sa prise en main de l'outil, une note d'information a été ajoutée. Celle-ci décrit la composition du tableur, indique les mises en forme qui renvoient à des cellules à remplir et renseigne sur l'objectif de l'outil : simplifier l'application de CERISE.

Ensuite, des aides au remplissage des tableaux d'état initial (**Figure 10**) et de caractérisation des impacts (**Figure 11**) ont été ajoutées. Par exemple, concernant le critère populationnel « Qualité de l'habitat », l'écologue doit se poser les questions suivantes : « Insérer ici la réflexion : Tous les types d'habitats sont-ils présents (chasse, reproduction, ...) ? L'habitat est-il bien conservé (état des espèces bio-indicatrices, structure verticale/horizontale/d'âge, dégradations, gestion...) ? ». Les cellules concernées ont fait

l'objet d'une mise en forme conditionnelle afin que ces aides apparaissent en gris italique mais que le remplissage par l'utilisateur s'affiche en noir normal.

Les mentions « Insérer ici la réflexion » et « À remplir » ont également été ajoutées pour indiquer les cases à compléter.

Toujours dans une optique de faciliter la tâche de l'utilisateur de CERISE, un travail a été réalisé sur la mise en forme. Les paramètres associés à un code couleur (UICN, niveau d'enjeu) ont été colorisés de manière à visualiser l'information qui leur est liée. Les cases qui se remplissent automatiquement via une formule faisant appel à une autre cellule ont été grisées. Les cellules se remplissant via des listes déroulantes ont été colorées en vert.

Enfin, concernant les onglets espèces, les noms des espèces concernées ont été attribuées aux onglets à partir du moment où ceux-ci étaient rentrés dans l'onglet « Tableur – GÉNÉRAL ». Cette attribution est permise par le recours au code VBA ci-dessous :

Code pour attribuer les noms aux onglets

```
Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)
```

```
Set Target = Range("A1")
```

```
If Target = "" Then Exit Sub
```

```
Application.ActiveSheet.Name = VBA.Left(Target, 31)
```

```
Exit Sub
```

```
End Sub
```

Ce code VBA a pour but chercher les noms des espèces au sein des onglets espèces et les attribue à l'onglet correspondant. En d'autres termes, un onglet nommé E1 dans le fichier vierge se verra automatiquement renommée « Muscardin » si l'onglet traite de cette espèce sans que l'utilisateur n'ait à faire l'opération de renommage lui-même.

3) Optimisation du tableur : faciliter l'intégration dans les documents

Word

Dans cette même logique de transmission facile du Excel au Word, les lignes des effets non retenus pour le projet étudié devaient être masquées. La rédaction d'un code sous VBA a permis d'accomplir cela :

Code pour masquer les lignes

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    DebutLgn = TextBox1
    FinLgn = TextBox2
    Valeur = 2
    For NbLgn = DebutLgn To FinLgn
        Cells(NbLgn, Valeur).EntireRow.Hidden = True
    Next NbLgn
End Sub
```

Ce code attribue aux encarts de texte présents au sein d'un Userform les numéros de la première et de la dernière ligne à masquer. Les lignes à partir du premier numéro et jusqu'au second sont masquées.

L'utilisateur a alors à disposition un bouton permettant de masquer ces lignes, c'est-à-dire celles correspondant aux effets non retenus par le projet étudié. Après avoir cliqué dessus, le Userform ci-dessous apparait et indique la marche à suivre (**Figure 7**) :



Figure 7 : Userform de masquage des lignes obsolètes

Enfin, des synthèses automatiques des états initiaux et de la démarche ERC ont été créées et placées en début d'onglet espèce (**Figures 8 et 9**) sous un format directement lisible après un copier-coller vers Word.

Enjeu général de conservation	Effectifs locaux	Structure de la population	Métapopulation	Importance de la population	Surface de l'habitat	Qualité de l'habitat	Connectivité	Pressions/Menaces	L'état de conservation initial est déclaré comme :	Enjeu croisé de conservation
VU	Nombre d'individus faible	Non concerné	La population est isolée	Effectifs du site / Surfaces d'habitats > 75 % de la métapopulation	Surfaces moyennes	Médiocre	Absence de connectivité	Pression très forte, aucune protection présente	Défavorable mauvais	Enjeu croisé fort

Figure 8 : Résumé de l'état local de conservation

Phase chantier							Phase d'exploitation								Impacts cumulés	Bilan
Destruction et dérangements d'individus		Destruction habitats	Perturbations				Destruction d'individus		Modification du paysage		Perturbations				Effets cumulés	
Pièges écologiques	Terrassements	Ensevelissement habitats	Pollution lumineuse	Pollution sonore	Pollution physique	Pollution chimique	Pièges écologiques exploitation	Collisions véhiculaires	Modification des taches d'habitat	Modification de la connectivité	Pollution lumineuse	Pollution sonore	Pollution physique	Pollution chimique		4
1	2	3	0	1	0	0	Positif	3	3	3	1	1	0	0	L'impact est significatif.	

Figure 9 : Résumé de la caractérisation des impacts

La constitution finale de ce tableur est donc la suivante :

- Tableau – GÉNÉRAL (résume l'application de CERISE pour dix espèces)
 - Caractéristiques des espèces (nom, taxon, source de données, statut de protection)
 - État initial de conservation
 - Surfaces d'habitats prélevées
- Dix onglets permettant de traiter individuellement une espèce : E1 à E10
 - Des résumés des tableaux ci-dessous à intégrer au corps d'un dossier
 - Un tableau permettant de définir l'enjeu initial de conservation pour l'espèce considérée (**Figure 10**)
 - Un tableau permettant de caractériser les impacts bruts et résiduels pour l'espèce considérée (**Figure 11**)
- Ressources

AMELIORATION (4B) : REPRISE DU TABLEUR D'APPLICATION DE CERISE

État initial : État de conservation local	
Critère	État
Effectifs locaux	<p><i>Insérer ici la réflexion : Quels effectifs déduire des inventaires ? Est-ce beaucoup par rapport à la littérature, densités connues ? Par rapport au territoire des espèces ? Par rapport à la règle des 50/500 ? Un inventaire est toujours non exhaustif concernant les effectifs.</i></p>
Structure/Cycle biologique	<p><i>Insérer ici la réflexion : Ne concerne pas la flore. Le cycle biologique complet est-il observé et connu ? Les hôtes intermédiaires sont-ils présents ? En cas de non observation mais une bonne probabilité indiquer le curseur médian. Nids difficilement observables pour l'aviifaune, larves difficiles à identifier pour l'entomofaune et les têtards...</i></p>
Métapopulation	<p><i>Insérer ici la réflexion : En cas d'incertitude, une analyse du paysage permet de se positionner pour certaines espèces communes ("lézard des murailles, hérisson...)</i></p>
Importance/Effectifs relatifs	<p><i>Insérer ici la réflexion : Les effectifs sont à relativiser par la métapopulation ou à défaut la population. En cas d'incertitude, une analyse du paysage permet de se positionner pour certaines espèces communes ("lézard des murailles, hérisson...)</i></p>
Surfaces habitat	<p><i>Insérer ici la réflexion : La surface d'habitats favorables permet-elle l'épanouissement d'une population ? D'augmenter les effectifs ? Relativement aux territoires pour les espèces concernées ?</i></p>

Figure 10 : Extrait du tableau de définition de l'état initial présent dans chaque onglet espèce

Démarche ERC		
Phase d'effet	Effet	Niveau d'impact
ROUTE	Destruction et dérangement d'individus : Pièges écologiques	
Effets et impacts BRUTS	<i>Insérer ici la réflexion : Le projet implique-t-il des bassins temporaires ? Des dépôts de matériaux ?</i>	
Mesures ERA associées	<i>Insérer les mesures ERA associées à l'effet</i>	
Effets et impacts RÉSIDUELS	<i>Insérer ici la réflexion</i>	

Figure 11 : Extrait du tableau de caractérisation des impacts présent dans chaque onglet espèce

VIII. Réalisation d'un guide méthodologique d'application de CERISE

La réalisation d'un guide méthodologique s'inscrit dans la volonté de donner autant d'aide que possible à l'utilisateur de la méthode CERISE. Ce document aura pour objectif d'expliquer à l'utilisateur ce que représente la méthode CERISE et comment elle fonctionne puis le guidera à travers les différentes étapes de la méthode de son application. Bien qu'il n'ait pas encore été rédigé, plusieurs réflexions ont été menées pour en définir la future structure.

1) Introduction à la méthode

L'introduction aura pour objectif de présenter la méthode CERISE. L'utilisateur sera d'abord introduit au but de la méthode afin de comprendre la nécessité de son développement. Le processus de création de la méthode sera ensuite décrit pour expliquer d'où part CERISE et pourquoi elle est ainsi aujourd'hui.

2) Structure et fonctionnement de la méthode

La partie suivante dans le guide présentera comment la méthode est structurée et a été construite. L'idée centrale à retenir est la séparation entre les effets et la démarche d'évaluation des impacts. D'abord, le projet et ses modalités sont étudiés puis les effets. C'est seulement après cela que les impacts peuvent être caractérisés.

Le fonctionnement de la méthode sera expliqué étape après étape. L'état initial de conservation sera d'abord présenté à l'utilisateur. Comment est-il fait ? Sur quelles données se base-t-il ? C'est ensuite l'identification des effets qui sera abordée reposant à la fois sur la bibliographie compilée dans les fiches effets et sur l'aspect pratique de ces fiches. L'idée est de donner à l'utilisateur un aperçu des questions qu'il est nécessaire de se poser pour savoir si un effet est retenu ou non. À ce moment interviendra le questionnaire « Caractéristiques techniques » qui va lui donner un premier aperçu de l'interaction entre la biodiversité et le projet. Cela montre que les effets sont retenus pour une évaluation réaliste à partir d'un projet réel et non pas un trait sur une carte. Le guide détaillera le but de cet outil et le processus qui aura donné lieu à son élaboration. Enfin, sera abordé la caractérisation des impacts via l'attribution de niveaux de curseur. Comment sont définis ces différents curseurs ? Comment attribuer le bon niveau de curseur d'impact ? Une aide générale accompagnée d'exemples sera disponible dans la partie suivante pour aider à attribuer le bon curseur.

3) Théorie et aides pratiques

Cette partie regroupe ce qui concerne la théorie et les aides pratiques. Elle expose d'abord les concepts et méthodes scientifiques qui sont liés à CERISE. Elle présente ensuite les différentes fiches qui accompagnent CERISE : les fiches effets et les fiches espèces. L'utilisateur a ainsi à disposition toutes les données scientifiques dont il a besoin pour faire l'application de la méthode CERISE.

4) Aides à l'application de la méthode

La dernière partie aura pour objectif de guider l'utilisateur dans son application de la méthode CERISE. D'abord, la partie évoquera l'enjeu de conservation. Des aides viendront guider l'attribution de l'un ou l'autre niveau de curseur sur les huit critères populationnels sur lesquels vont se baser l'état initial.

Sera ensuite présenté à l'écologue la notice d'utilisation du questionnaire permettant de recueillir les caractéristiques techniques du projet qui le concerne.

Enfin, des explications et des exemples permettront de guider l'utilisateur dans son attribution des niveaux de curseur d'impact.

Discussion

L'objectif de cette étude était d'améliorer la méthode CERISE et de se diriger vers son lancement. Pour cela, elle a été appliquée sur des projets routiers dont l'état d'avancement le permettait afin d'identifier ses faiblesses et donc les points à travailler. La méthode ayant déjà été scientifiquement travaillée les années passées, il restait notamment à aborder son accessibilité et sa prise en main. En d'autres termes, ce stage visait l'obtention d'une méthode accessible et utilisable facilement.

1. Un travail exclusivement routier

Le premier travail fut d'appliquer la méthode sur divers projets. Cependant, alors que la méthode souhaite, à son lancement, être applicable sur tout type de projets, elle n'a été testée que sur des projets du type routier. Cela est dû à la position du stage et aux besoins de la structure d'accueil qu'est : la Direction des Routes, Infrastructures et Mobilités de la Collectivité européenne d'Alsace. Ce point présente à la fois un avantage et un inconvénient. Tout d'abord, en plus de fournir des exemples concrets propices à l'application de CERISE, la position au sein même des acteurs des projets a permis de bénéficier de leur connaissance et d'une grande réactivité. Dans un souci d'opérationnalité de la méthode, il est important de pouvoir s'appuyer sur les connaissances des acteurs de premier plan de ces projets qui permettent de garder le développement de la méthode proche des projets auxquels elle sera appliquée. Cela illustre la lacune de cette application : il paraît difficile de se lancer dans la réalisation de cette méthode en ignorant les connaissances basiques des autres types de projet. Avant de pouvoir lancer la méthode, il faudra donc s'intéresser à ces autres types tels que l'éolien, la création de carrières ou d'Aménagements Fonciers Agricoles et Forestiers (AFAF)... car ils sont susceptibles d'engendrer des impacts qui ne s'expriment pas dans les projets routiers. Par exemple, dans le cas des AFAF, il s'agit de l'homogénéisation du territoire et la modification des pratiques culturelles. Ce travail exclusivement routier aura toutefois permis d'identifier une nouvelle voie d'amélioration pour la méthode CERISE : sortir du contexte routier.

2. Vers un dialogue efficace entre écologue et chef de projet

Le premier point d'amélioration traité lors de ce stage fut le questionnaire permettant un échange exhaustif entre l'écologue et le chef de projet concerné. Trouver l'équilibre entre les modalités du projet et leurs atteintes à l'environnement n'aura pas été chose facile. Il se

peut d'ailleurs que certaines modalités du projet ne soient pas traitées à la hauteur de leurs impacts dû au manque de références scientifiques sur le sujet. Il est, par exemple, possible que les vibrations ne proviennent pas uniquement du compactage de matériaux mais aussi de la circulation routière. Toutefois, cet outil saura assurément rendre les études d'impacts plus réalistes en permettant aux écologues d'identifier plus facilement les effets à retenir (des modalités d'atténuation de la pollution lumineuse en phase chantier ne seront plus envisagées en l'absence de travaux de nuit par exemple).

3. Des fiches effets renforcées mais encore lacunaires

Un important travail de reprise des fiches effets a été réalisé, promettant une meilleure opérationnalité. Toutefois, certaines fiches pourraient encore être étoffées car certains effets n'ont pas été intégralement traités. Il est par exemple possible d'évoquer la pollution olfactive qui n'est pas traitée dans CERISE (car il existe peu d'études sur son impact). Pourtant, le recours aux odeurs pour réaliser le cycle de vie est très présent dans la vie sauvage animale que ce soit pour chercher de la nourriture (Rosell et Harrberg, 2006), détecter les prédateurs (Rosell et Czech, 2000) ou encore pour la gestion du territoire (Rosell et al., 2000). La phase chantier avec les engins qui lui sont associés est de nature à provoquer une pollution qui, déjà inconfortable pour l'Homme, peut incommoder les espèces. Les impacts de certains effets seraient donc minimisés mais il faut également veiller à ne pas donner plus d'importance que nécessaire aux effets. Effectivement, si les destructions d'individus sont souvent perçues comme ayant un fort impact, il ne faut pas pour autant négliger les destructions d'habitats capables d'impacter bien davantage les espèces (Solé et al., 2004 ; Stone, 1995). Concernant les habitats justement, certains effets n'ont pas été traités car ils n'ont simplement pas été identifiés à travers le prisme routier. Les aménagements fonciers agricoles forestiers par exemple possèdent des effets très spécifiques d'homogénéisation du territoire et de modification des pratiques culturelles à grande échelle (Dufлот, 2014), effets non développés dans les fiches effets actuelles.

4. Des impacts plus objectifs mais restant soumis au facteur humain

Si l'identification des effets suscite des questionnements, la caractérisation des impacts n'en est pas non plus dépourvue. L'objectif de la méthode CERISE est d'objectiver au maximum ses résultats en s'appuyant sur une justification scientifique systématique de la part de l'écologue réalisant l'étude d'impact. Cependant, le quiz organisé dans le cadre de ce stage a montré qu'à partir d'informations identiques, la caractérisation des impacts pouvait différer

d'un écologue à l'autre. Toutefois, il est pertinent de se demander s'il est réellement possible d'obtenir la même caractérisation quel que soit l'écologue. La sensibilité de ce dernier (à un taxon ou à un effet), son ancienneté ou même la présence de pressions liées à un contexte projet sont autant de freins à l'obtention homogène de résultats entre différents écologues. À l'issue du quiz, un des facteurs associés à cette différence a été identifié comme la sensibilité de l'écologue, l'autre étant la définition des curseurs d'impacts. Si la définition des niveaux de curseur a pu être retravaillée, la sensibilité de l'écologue peut difficilement être gommée. Mais en même temps, est-ce vraiment grave ? Par exemple, n'est-ce pas la sensibilité des écologues qui forge leurs convictions et l'intérêt qu'ils portent à réaliser une étude d'impact la plus juste et complète possible ? Homogénéiser les pratiques est aujourd'hui nécessaire tant les lacunes des études d'impacts sont élevées, mais le point de vue humain de l'écologue doit rester partie prenante des études afin de les humaniser, point central dans l'acceptabilité des projets d'un point de vue environnemental. Une espèce ne se résume pas à un point sur une carte. De plus, la différence entre écologues au travers des quiz menés a montré que les différences obtenues étaient « seulement » d'un niveau de curseur, cela ne signifie pas qu'il ne faut pas pour autant travailler à homogénéiser les pratiques qui peuvent l'être. En effet, cette étape de caractérisation se doit de rester aussi réaliste que possible afin que les étapes d'atténuation qui la suivent ne soient pas mal-évaluées. De plus, les niveaux de curseurs impliquent des atteintes très différentes à la biodiversité. Un seul niveau de différence pourrait faire passer le niveau d'impact de -4 à -5 et donc empêcher l'octroi d'une dérogation par exemple. Il est enfin nécessaire de souligner que seuls des écologues issus de la Collectivité européenne d'Alsace ont pris part à ce quiz. Néanmoins, il aurait été difficile de faire appel à des écologues de BEE qui ignorent parfois jusqu'à l'existence de la méthode et ont peu à gagner à participer à des phases de test. Il est alors possible de se demander si les écologues de BEE auraient eu une approche différente.

5. Un socle scientifique présentant des limites

Plusieurs questionnements demeurent sur les connaissances assemblées au sein de CERISE. Quel niveau de connaissances est-il possible d'atteindre ? L'idéal serait de pouvoir, pour un projet dont les modalités sont parfaitement définies, définir des impacts chiffrés auxquels il donne lieu. Toutefois, même sans aller jusqu'à prévoir les perturbations accidentelles, il paraît difficile de pouvoir lier une modalité du projet à un impact réellement chiffré. En effet, de trop nombreux paramètres sont à considérer. Par exemple, si la pollution sonore d'une autoroute est capable de diminuer la densité d'oiseaux jusqu'à 98% sur des distances allant jusqu'à 3 km (Reijnen et al., 1995), il est difficile d'affirmer que les résultats

observés seront les mêmes quelle que soit l'avifaune qui fréquente le milieu. Des individus ou des espèces seront plus ou moins sensibles à la pollution sonore et décideront de se maintenir ou au contraire de fuir. Au vue de la multiplicité des facteurs à prendre en compte, il semble donc difficile de pouvoir associer un impact chiffré à une modalité de perturbation, par exemple d'affirmer une diminution des densités X pour un projet Y.

6. Un socle scientifique dont il faudra intégrer la perpétuelle évolution

La pertinence des résultats obtenus à l'issue de l'application de la méthode CERISE cherche à s'appuyer fortement sur la connaissance scientifique. Une fois opérationnelle, la méthode aura pour ambition de s'étendre et de s'installer comme outil de cadrage des études d'impact. Toutefois, il faut s'interroger sur la mise à jour de la connaissance qui la constitue. Les recherches sur les impacts des projets d'aménagement ne s'arrêtant pas avec l'atteinte de l'opérationnalité de CERISE, il faut continuer de pouvoir prendre en compte leurs résultats et les ajouter au sein des fiches. Une réflexion devra être menée pour organiser cette mise à jour. Il faudra alors faire le choix de confier cette tâche à un organisme unique ou éventuellement, de donner la main aux écologues utilisateurs pour ajouter ces connaissances. Il faudra dès lors avoir un support permettant cette mise à jour : faut-il mettre en place une page Web ou envoyer des versions mises à jour régulièrement ?

7. Devenir de la méthode : recommandations

Malgré les améliorations qui lui ont été apportées, la méthode CERISE n'est pas encore parfaitement opérationnelle. Elle doit encore poursuivre son développement mais est en bonne voie vers l'opérationnalité. En effet, par plusieurs aspects, elle est encore incomplète. Il est possible d'évoquer alors les fiches espèces qui, non seulement, ne traitent pas encore de tous les taxons mais n'ont pas encore été testées dans le cadre d'une application de CERISE. Ces deux conditions sont importantes pour atteindre l'objectif d'opérationnalité de la méthode car les fiches espèces en constituent un outil central, la connaissance scientifique qui y figure jouant un rôle important dans la caractérisation des effets et des impacts. En outre, l'exploitabilité de la méthode sur d'autres types de projet est également soumise à questionnement. En effet, ayant été développée au sein de la Direction des Routes, Infrastructures et Mobilités de la CeA, la méthode n'a à ce jour pas fait l'objet d'applications sur ces autres types. Enfin, la méthode CERISE pourrait bénéficier d'une application complète avec utilisation des outils développés lors de ce stage. Effectivement, si ces derniers ont été développés en conséquence de plusieurs applications, ils n'ont jamais été testés les uns à la

suite des autres. Cet exercice aurait pour objectif de valider l'interaction que les différents outils auraient les uns vis-à-vis des autres et ainsi s'assurer qu'ils n'introduisent pas de redondance.

Ensuite, bien que la méthode CERISE se destine à être utilisée par les bureaux d'études environnementales (BEE), son acceptation par les écologues n'a pas été sondée et demeure incertaine. Même si CERISE a pour objectif de rendre les études d'impact plus complètes pour maintenir à un minimum les conséquences des projets sur la biodiversité, il est possible que cette méthode n'obtienne pas le soutien inconditionnel des BEE contraints d'apprendre le fonctionnement d'une énième méthode. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que CERISE a pour objectif de leur faire gagner du temps. C'est d'ailleurs afin de faciliter son acceptation que la méthode est simplifiée autant que possible. Comment alors prendre en main la méthode rapidement ? Si une appréciation globale de la méthode est importante pour une application réussie, il est avant tout important d'en comprendre le fonctionnement et de parcourir les fiches qui fournissent la connaissance scientifique nécessaire à son application. À l'image du développement de la méthode MERCIe (Méthode d'Évaluation Rapide de la Compensation des Impacts écologiques), il pourrait être intéressant d'organiser des échanges avec des BEE pour connaître leur opinion sur la question.

8. Conclusion

Ce travail aura permis de déceler plusieurs faiblesses de la méthode CERISE qui auront pu être corrigées par la mise en place de nouveaux outils et par l'amélioration de ceux existants. Ce stage aura ainsi su faire de CERISE une méthode plus accessible et plus simple d'utilisation qui lui ouvre de nouvelles perspectives. D'abord, le développement des fiches CERISE doit être poursuivi afin que la connaissance scientifique nécessaire à l'application de la méthode soit exhaustive. En effet, l'utilisateur doit pouvoir connaître les impacts des différents effets sur les taxons et en évaluer l'importance. Les études d'impact produites via cette méthode s'en retrouveront plus scientifiquement solides. Ensuite, afin d'atteindre son but, la méthode CERISE se doit de n'être plus exclusivement appliquée par la Collectivité européenne d'Alsace et doit être prise en main par les bureaux d'études environnementales (BEE) car ce sont eux les acteurs principaux de la réalisation d'une étude d'impact. Une fois appliquée avec succès sur les projets routiers par les BEE, la méthode CERISE pourra s'ouvrir aux autres types de projet (éolien, carrière...). Elle réalisera ainsi son ambition et pourra s'imposer comme une méthode de référence pour donner un cadre méthodologique standardisé aux études d'impact en France.

Bibliographie

- Beaudry, Frederic, Phillip G. deMaynadier, et Malcolm L. Hunter. « Identifying Road Mortality Threat at Multiple Spatial Scales for Semi-Aquatic Turtles ». *Biological Conservation* 141, n° 10 (1 octobre 2008): 2550-63. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.016>.
- Borda-de-Água, Luís, Clara Grilo, et Henrique M. Pereira. « Modeling the Impact of Road Mortality on Barn Owl (*Tyto Alba*) Populations Using Age-Structured Models ». *Ecological Modelling* 276 (24 mars 2014): 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.022>.
- Bouteiller, Anaïs. « Amélioration d'une méthodologie d'évaluation des impacts à la biodiversité », 2020.
- Ceballos, Gerardo, Paul R. Ehrlich, Anthony D. Barnosky, Andrés García, Robert M. Pringle, et Todd M. Palmer. « Accelerated Modern Human-Induced Species Losses: Entering the Sixth Mass Extinction ». *Science Advances* 1, n° 5 (1 juin 2015): e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>.
- Ceballos, Gerardo, Paul R. Ehrlich, et Rodolfo Dirzo. « Biological Annihilation via the Ongoing Sixth Mass Extinction Signaled by Vertebrate Population Losses and Declines ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, n° 30 (25 juillet 2017): E6089-96. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>.
- DRIEE. « Guide francilien de demande de dérogation à la protection des espèces dans le cadre de projets d'aménagement ou à buts scientifiques », s. d.
- Duflot, Rémi. « Hétérogénéité fonctionnelle et biodiversité: quel est le rôle des interfaces ou lisières dans les paysages agricoles? », s. d., 157.
- Féral, Jean-Pierre, et Thierry Tatoni. « Érosion de la biodiversité ». In *Le climat à découvert*, édité par Catherine Jeandel et Rémy Mosseri, 108-10. À découvert. Paris: CNRS Éditions, 2017. <http://books.openedition.org/editionscnrs/11390>.
- IPBES. « Rapport de l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques », 2019.
- Jumeau, Jonathan, Julien Lopez, Alain Morand, Lana Petrod, Françoise Burel, et Yves Handrich. « Factors Driving the Distribution of an Amphibian Community in Stormwater Ponds: A Study Case in the Agricultural Plain of Bas-Rhin, France ». *European Journal of Wildlife Research* 66, n° 2 (23 mars 2020): 33. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-1364-5>.

- Levrel, Harold. « Biodiversité et développement durable: quels indicateurs? », 2007, 407.
- Maxwell, Sean, Richard Fuller, Thomas Brooks, et James Watson. « Biodiversity : The ravages of guns, nets and bulldozers », s. d.
- Michel, Patrick. « L'étude d'impact sur l'environnement », 2001.
- Montague, Mary J., Marine Danek-Gontard, et Hansjoerg P. Kunc. « Phenotypic plasticity affects the response of a sexually selected trait to anthropogenic noise ». *Behavioral Ecology* 24, n° 2 (1 mars 2013): 343-48. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars169>.
- Oberweger, K, et Franz Goller. « The metabolic cost of birdsong production ». *The Journal of experimental biology* 204 (1 novembre 2001): 3379-88.
- Platto, Sara, Jinfeng Zhou, Yanqing Wang, Huo Wang, et Ernesto Carafoli. « Biodiversity Loss and COVID-19 Pandemic: The Role of Bats in the Origin and the Spreading of the Disease ». *Biochemical and Biophysical Research Communications*, COVID-19, 538 (29 janvier 2021): 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.10.028>.
- Rovillé, Manuelle, et Renan Aufray. « CNRS/sagascience - Erosion de la biodiversité, crises d'extinction : de quoi s'agit-il ? » Consulté le 4 août 2021. https://sagascience.cnrs.fr/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapA_p2_f1.
- Schmeller, Dirk S., Franck Courchamp, et Gerry Killeen. « Biodiversity Loss, Emerging Pathogens and Human Health Risks ». *Biodiversity and Conservation* 29, n° 11 (1 octobre 2020): 3095-3102. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02021-6>.
- SDES. « Chiffres clés du transport - édition 2019 », 2019.
- Solé, Ricard V., David Alonso, et Joan Saldaña. « Habitat Fragmentation and Biodiversity Collapse in Neutral Communities ». *Ecological Complexity* 1, n° 1 (mars 2004): 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2003.12.003>.
- Teyssèdre, Anne. « Vers une sixième grande crise d'extinctions ? », 2004, 26.
- Watson, Robert T, A H Zakri, Salvatore Arico, Peter Bridgewater, Harold A Mooney, et Angela Cropper. « Millennium Ecosystem Assessment Panel », s. d., 100.

Annexes

Annexe 1

Pollution lumineuse	
Structure initiale	Structure retravaillée
<ol style="list-style-type: none"> 1) Éclairage lumineux 2) Temps d'exposition 3) Spectre lumineux et longueurs d'onde 4) Polarisation de la lumière 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pollution lumineuse en phase chantier 2) Pollution lumineuse en phase d'exploitation 3) Polarisation de la lumière

Pollution sonore	
Structure initiale	Structure retravaillée
<ol style="list-style-type: none"> 1) Fréquence sonore 2) Niveau d'intensité sonore 3) Durée des émissions sonores 4) Vibrations 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bruit en phase chantier 2) Bruit en phase d'exploitation

Pollution chimique	
Structure initiale	Structure retravaillée
<ol style="list-style-type: none"> 1) Sels 2) Métaux lourds 3) Composés organiques volatils et hydrocarbures aromatiques polycycliques 4) Oxydes d'azote 5) Dioxyde de soufre 6) Oxydes de carbone 7) Ozone 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pollution de l'air 2) Pollution des sols 3) Pollution du milieu aquatique 4) Consommation par la faune

Pollution physique	
Structure initiale	Structure retravaillée
<ol style="list-style-type: none"> 1) Modification de la température (microclimat) 2) Mise en suspension de poussières 3) Modification de la densité du sol et sa teneur en eau 4) Modification de l'hydrologie et des ruissellements 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mise en suspension de poussières 2) Modification de la densité du sol 3) Modification de l'hydrologie 4) Modification de la température (microclimat)

Modification du paysage	
Structure initiale	Structure retravaillée
<ol style="list-style-type: none"> 1) Destruction directe des habitats 2) Modification des taches d'habitats 3) Modification de la connectivité 4) Modification de l'hétérogénéité du paysage 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Destruction des habitats 2) Modification des taches d'habitats 3) Modification de la connectivité 4) Modification de l'hétérogénéité

Destruction d'individus	
Structure initiale	Structure retravaillée
1) Ensevelissement en phase chantier 2) Collisions en phase chantier 3) Pièges écologiques en phase chantier 4) Collisions en phase d'exploitation 5) Pièges écologiques en phase d'exploitation	1) Destruction d'individus liée aux destruction d'habitats 2) Collisions avec la faune 3) Pièges écologiques

Annexe 2

Pollution lumineuse	Individu	Reproduction	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dérégulation de la production de mélatonine (dérégulation du rythme circadien) -> diminution de la croissance des gonades femelles (<i>Pelophylax ridibundus</i>, (Delgado et al., 1983) ; <i>Rana cyanophlyctis</i>, (Joshi & Udaykumar, 2000)) ○ Comportement anti-prédation sous éclairage nocturne fixe : diminution des appels des mâles (<i>Rana clamitans melanota</i>, (Baker & Richardson, 2006)), femelles moins sélectives dans le choix des partenaires (<i>Physalaemus pustulosus</i>, (Longcore & Rich, 2004)) ○ Succès de fertilisation diminué sous éclairage nocturne fixe : succès de l'amplexus (technique de reproduction) -> diminution de la fitness (<i>Bufo bufo</i>, (Touzot et al., 2020)) ○ Diminution de l'activité nocturne liée à la modification de la photopériode (<i>Bufo bufo</i>, (Touzot et al., 2019) ; <i>Plethodon cinereus</i>, (Rohacek et al., 2010)) -> diminue la recherche de partenaires sexuels ○ Diminution du succès d'éclosion (<i>Lithobates sylvaticus</i>, (May et al., 2019)) : impact de l'augmentation de luminosité nocturne (chantier de nuit, lampadaires, phares de voitures) et de la luminosité diurne (ouverture du milieu) ○ Sensibilité visuelle (éclairage fixe et mobile) : éblouissement et réadaptation longue -> diminue le temps de recherche de partenaires et augmente la vulnérabilité à la prédation (Buchanan, 1993)
---------------------	----------	--------------	---

		Mouvement	<ul style="list-style-type: none"> ○ Période larvaire/têtards : Déplacement perturbé par la lumière continue : orientation, émergence nocturne de certaines espèces, anticipation de la profondeur avec optimum de température en fonction de la lumière -> impact sur la thermorégulation, dépense énergétique plus importante et donc potentiellement une réduction de la croissance (Buchanan, 2006) ○ Augmentation du risque de collisions du fait de l'immobilité lors de la migration et de la dispersion (Mazerolle et al., 2005) <ul style="list-style-type: none"> * En réponse au stress : augmentation des taux de corticostérone (<i>Rana berlandieri</i> et <i>Bufo valliceps</i> en lumière continue, <i>B. valliceps</i> en lumière pulsée (Forsburg et al., 2021)) * Sensibilité visuelle : éblouissement et réadaptation (Buchanan, 2006) ○ Les éclairages mobiles et fixes constituent une barrière pour les adultes en période de reproduction (migration) + différence de comportement selon le spectre lumineux : meilleure tolérance de la lumière rouge que verte (<i>Bufo bufo</i>, (van Grunsven et al., 2017)) ○ La lumière continue perturbe les relations de parasitisme : diminution de l'activité du moucheron et augmentation des mouvements de la grenouille (<i>Corethrella spp</i> (parasite) et <i>Engystomops pustulosus</i> (McMahon et al., 2017)) -> impact sur les dynamiques de population des deux espèces et donc leurs relations interspécifiques
--	--	-----------	--

	Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> ○ Piège écologique : attraction des proies dans les zones illuminées par les éclairages fixes (phototaxie positive) : abondance et visibilité attirent les amphibiens, surtout les juvéniles ((Buchanan, 2006) ; <i>Bufo bufo</i>, (van Grunsven et al., 2017)) -> risque de collisions augmenté ○ Diminution de certaines proies : réduction de la croissance du périphyton (communauté d'organismes microscopiques) sous lumière continue (<i>Anaxyrus americanus</i>, (Dananay & Benard, 2018)) ○ Modification des relations de compétition pour la nourriture (Longcore & Rich, 2004) ○ Sensibilité visuelle : éblouissement et réadaptation longue - > diminue le temps de recherche de nourriture (<i>Hyla chrysoscelis</i>, (Buchanan, 1993)) + diminution de l'activité nocturne (<i>Plethodon cinereus</i>, (Rohacek et al., 2010)) ○ Phototaxie positive possible chez certaines espèces notamment les espèces dont l'optimum de luminosité est plus faible que l'éclairage artificiel, espèces de jour par exemple (Mazerolle et al., 2005)
	Communication	
	Phase de repos	
	Développement	<ul style="list-style-type: none"> ○ Comportement anti-prédation dû à l'exposition à la lumière continue : diminution de la durée de métamorphose et de la période larvaire (<i>Anaxyrus americanus</i>, (Dananay & Benard, 2018)) ○ Croissance réduite des juvéniles exposés à la lumière continue : masse et taille (<i>Anaxyrus americanus</i>, (Dananay & Benard, 2018) ; <i>Discoglossus pictus</i>, (Gutierrez et al., 1984)) ○ Retard de développement (impact de la modification de la photopériode sur l'expression des gènes de développement, la division cellulaire, etc. (<i>Discoglossus pictus</i> et <i>Xenopus laevis</i>, (Buchanan, 2006)) ○ Modification de la photopériode modifie le rythme de changement de couleur (<i>Rana castelbeiana</i>, (Camargo et al., 1999), test en lumière continu/noir continu ; <i>Xenopus laevis</i>, (Binkley et al., 1988)) ○ Développement embryonnaire réduit sous lumière bleue et verte pour les amphibiens à phase embryonnaire longue (<i>Triturus cristatus</i>, (Ruchin, 2018)) ○ Mortalité des embryons et des larves augmente sous la lumière rouge et diminue sous lumière bleue/verte (<i>Triturus cristatus</i>, <i>Rana temporaria</i>, <i>Rana arvalis</i>, (Ruchin, 2018))

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Diplôme(s)

Diplôme d'ingénieur de l'ENGEES

Spécialité

Écologie

Auteur :

DAWANT Héloïse

Année

2020 – 2021

Titre : Amélioration continue et application d'une méthode d'évaluation des impacts à la biodiversité sur des projets routiers

Nombre de pages texte : 47 annexes : 4

Nombre de références bibliographiques 22

Structure d'accueil Collectivité européenne d'Alsace, Strasbourg

Maître de stage JUMEAU Jonathan

Résumé (100 mots maximum)

La méthode CERISE propose de donner un cadre méthodologique standardisé permettant d'obtenir des études d'impact réalistes et scientifiquement solides. L'objectif de ce travail a été d'en identifier les faiblesses et de travailler sur les points à améliorer. Plusieurs outils ont ainsi été créés et les outils existants ont été retravaillés. Toutefois, à l'issue de ce stage, il reste encore du travail avant que la méthode puisse être confiée aux bureaux d'études environnementales.

Mots-clés

Étude d'impact - Connaissance scientifique - Séquence ERC - Écologie - Biodiversité - Espèces protégées - Outil