



Communauté de
Communes du Pays de
Saverne



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Projet de création d'une ZA sur la commune de Steinbourg (67)

28 juin 2024

Études des continuités
écologiques locales
favorables aux amphibiens
via la méthode Graphab



biotope

Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2024 – Projet de création d'une ZA sur la commune de Steinbourg (67) – Étude des continuités écologiques locales favorables aux amphibiens via la méthode Graphab - Communauté de Communes du Pays de Saverne - 38 p.		
Nom de fichier	CCPS_ZASteinbourg_Graphab_Biotope_Juin2024.docx		
N° de contrat	2019444-10		
Date de démarrage de la mission	12/01/2024		
Maître d'ouvrage	Communauté de Communes du Pays de Saverne 16, rue du Zornhoff 67 703 Saverne		
Interlocuteur	Frédéric AVELINE	Contact : frederic.aveline@cc-paysdesaverne.fr	
Biotope, Responsable du projet	Léa DELCURE (LDE)	Contact : ldelcure@biotope.fr	
Biotope, Contrôleur qualité	Delphine CERQUEUS (DCE)	Contact : dcerqueus@biotope.fr	
Version 1	Rédacteur : LDE – 25/06/2024	Contrôle qualité : DCE – 27/06/2024	Description des modifications apportées au document : Création du document.

Biotope est signataire de la « [Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale](#) ».

Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.

Sommaire

1	Introduction	4
2	Aspects méthodologiques	6
2.1	Équipe	6
2.2	Aires d'étude	6
2.3	Méthode d'acquisition des données	9
2.3.1	Bibliographie et acteurs ressources consultées	9
2.3.2	Prospection de terrain et effort d'inventaire	9
2.4	Modélisation des continuités écologiques à l'état initial	9
2.4.1	Élaboration de la carte d'occupation du sol améliorée	10
2.4.2	Conversion matricielle	10
2.4.3	Sélection cortèges d'espèces cibles et métriques utilisées pour la modélisation des continuités	11
2.4.4	Modélisation de l'état projeté avec l'aménagement de la Zone d'Activité de Steinbourg	14
3	Présentation des résultats	16
3.1	État initial	16
3.1.1	Occupation du sol	16
3.1.2	Habitats de reproduction des amphibiens	18
3.1.3	Perméabilité des milieux	20
3.1.4	Modélisation des espaces de dispersion	21
3.2	Avec projet sans mesures d'atténuation et de compensation	25
3.2.1	Présentation du projet	25
3.2.2	Impact du projet sur les continuités écologiques	25
3.3	Avec projet et mesures d'atténuation et de compensation	29
3.3.1	Mesures d'atténuation et de compensation envisagée	29
3.3.2	Effets attendus des mesures et impacts résiduels du projet sur les continuités écologiques	32
4	Conclusion générale	35
5	Bibliographie	36

1 Introduction

Ce rapport s'inscrit en complément du dossier de demande d'Autorisation Environnementale déposé le XX/XX/20XX par la Communauté de Communes du Pays de Saverne (CCPS) pour son projet de création d'une Zone d'Activité sur la commune de Steinbourg, dans le Bas-Rhin (67).

Pour rappel, une première étude d'impact a été réalisée en 2016 cependant, l'Autorité environnementale a relevé plusieurs manques dans cette étude notamment concernant le volet faune-flore (notamment l'analyse de l'état initial, l'analyse des impacts, la délimitation zone humide, l'évaluation des incidences Natura 2000 et la stratégie d'évitement, de réduction et de compensation).

De plus, des travaux de voirie ont été réalisés en 2019 et ont consistés en la création de la route d'accès à la ZA, la création d'une noue et le renforcement de la haie bordant la D83.

En l'absence d'autorisation de réaliser les travaux, la communauté de communes du Pays de Saverne a été mise en demeure par la DREAL pour manquement administratif. L'arrêté de mise en demeure émis le 31/07/2019 demande une régularisation de la situation administrative sous un délai d'un an et neuf mois.

Le bureau d'étude Biotope a été mandaté pour réaliser des inventaires complémentaires de la faune, de la flore et des zones humides en 2019 afin de préciser les enjeux écologiques et les impacts du projet sur la faune et la flore. En 2020 et 2021, plusieurs études en lien avec la stratégie de compensation des impacts sur les espèces et également sur les zones humides ont été menées, conduisant à la production de l'étude d'impact volet faune-flore, d'un dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées et d'un dossier Loi sur l'Eau volet "Zones humides".

À la suite de l'enquête publique qui s'est déroulée entre fin-2022 et début-2023, un avis favorable sous condition de compléments a été émis par le commissaire enquêteur. Des compléments d'inventaires sont attendus notamment sur le groupe des amphibiens et de l'avifaune du fait d'observation de plusieurs alertes par les associations de protection de la nature et l'OFB concernant la présence de nouvelles espèces protégées sur le site impacté.

Ci-dessous le contenu du courrier de la préfecture faisant état de ce besoin d'étude complémentaire, reçu le 05/06/2023 :

"Monsieur le Président,

Le dossier d'autorisation environnemental concernant la ZA de Steinbourg, actuellement en instruction, comprend un volet relatif à l'obtention d'une dérogation à la législation sur les espèces protégées, en application de l'article R181-28 du Code de l'Environnement.

En ce sens, l'ensemble des espèces et habitats d'espèces protégées susceptibles d'être impacté par le projet doit être pris en compte et le projet doit respecter les conditions définies à l'articles L411-2 du code de l'environnement.

*Le service de l'Office Français de la biodiversité du Bas-Rhin (OFB 67) a porté à ma connaissance le constat de présence de plusieurs spécimens (2 femelles et 1 mâle) de l'espèce Triton crêté (*Triturus cristatus*) dans une mare se trouvant l'emprise de la future zone d'activité (coordonnées de l'observation : N48.75274 E007.42446). Ce constat a été réalisé sur le terrain, le 13 avril 2023, en présence de 2 inspecteurs de l'environnement de l'OFB 67. Il fait suite à une information transmise par une association de protection de l'environnement.*

Le Triton crêté est protégé au titre de l'arrêté ministériel du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national. L'article 2 de cet arrêté précise que sont interdits la destruction ou l'enlèvement d'œufs et de nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement des spécimens et la perturbation intentionnelle des spécimens ainsi que la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repros de l'espèce.

Or, il s'avère que cette espèce n'a pas été prise en compte dans le dossier d'autorisation environnementale déposé par la communauté de communes, actuellement en cours d'instruction. Si l'observation de l'espèce sur le site ne constitue pas un inventaire exhaustif, il s'agit au demeurant, au vu de cet élément, de prendre en compte cet enjeu, non traité jusqu'à présent.

Comme pour toutes les espèces potentiellement impactées par le projet, sa prise en compte devra tout d'abord se traduire par une connaissance fine des enjeux pour le triton crêté sur le territoire du projet, notamment en ce qui concerne les zones de déplacement, les zones de reproduction, et les continuités écologiques. Puis, ces enjeux devront être croisés avec les impacts du projet, tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation. L'application de la séquence Éviter, Réduire, Compenser devra alors être démontrée.

1 Introduction

Je vous informe, par ailleurs, que dans le cadre de l'enquête publique, plusieurs espèces d'oiseaux, non-prise en compte dans le dossier et potentiellement présentes sur le site, ont été signalées par les contributeurs de l'enquête. Les espèces citées sont la Pie-grièche grise, le Pipit farlouse, l'Épervier d'Europe, la Buse variable, la Bécassine des marais, la Faucon crécerelle, le Chevalier sylvain et le Tarier pâtre.

Aussi, je suis au regret de vous informer que le porter à connaissance de ces éléments nouveaux ne permet pas de poursuivre l'instruction du dossier d'autorisation environnementale sans apport d'éléments complémentaires de votre part. En conséquence, je vous invite à lancer au plus vite, les études nécessaires à la prise en compte de l'espèce Triton crêté et, le cas échéant, des espèces d'oiseaux signalées dans le cadre de l'enquête publique.

Les services de la DDT se tiennent à votre disposition pour organiser au plus vite une réunion afin d'envisager les suites de la procédure.

Afin d'éviter une reprise complète de la procédure, il sera très probablement nécessaire de passer par une prolongation de la phase de décision, vous permettant d'apporter les compléments attendus à votre dossier. A défaut de prolongation, votre dossier ferait l'objet d'un rejet tacite dans un délai de deux mois suivant la transmission du rapport du commissaire-enquêteur, soit le 4 juillet 2023.

Je vous invite donc à me faire part de votre accord sur la prolongation de ce délai.

Vous n'êtes pas autorisés à démarrer les travaux avant l'obtention de l'arrêté d'autorisation, auquel cas vous vous exposeriez à des poursuites sur les plans judiciaire et administratif.

Je reste à votre disposition pour tout échange et vous prie de recevoir, Monsieur le Président, mes sincères salutations.

Le sous-préfet. »

Un arrêté de prolongation a été émis afin de suspendre l'instruction et accordant un délai supplémentaire de 18 mois au maître d'ouvrage afin d'apporter les compléments nécessaires.

Biotope a été mandaté par la CCPS pour mener des expertises complémentaires afin d'apporter les compléments attendus :

- Mission 1 : Expertises faune-flore complémentaires (amphibiens, oiseaux, habitats et flore ciblées sur la zone d'implantation de la ZA de Steinbourg ;
- Mission 2 : Études des continuités écologiques locales favorables aux amphibiens via la méthode Graphab.

Le présent rapport présente les résultats de l'étude des continuités écologiques favorables aux amphibiens via la méthode Graphab. Cette étude propose une modélisation des continuités écologiques en l'état initial (avant mise en œuvre du projet), une modélisation avec projet et une modélisation avec mesures d'évitement, de réduction et de compensation. Ces différentes modélisations permettront de mettre en évidence les impacts du projet sur les continuités écologiques et également la pertinence des mesures ERC envisagées avec leurs gains attendus le cas échéant.

Ces modélisations s'appuient notamment sur la théorie des graphes et ses déclinaisons géomatiques, et s'articule autour de l'utilisation du logiciel GRAPHAB, développé par Gilles VUIDEL et Jean-Christophe FOLTETE, au sein du laboratoire THÉMA (Université de Franche-Comté / CNRS), avec le financement du ministère de l'Écologie, du développement durable, des transports et du logement dans le cadre du programme ITTECOP.

Les résultats de compléments d'inventaire sont présentés dans un rapport indépendant. Les prospections supplémentaires réalisées entre mars et avril 2024, ciblant les amphibiens, ont été exploitées dans les modélisations Graphab.



2 Aspects méthodologiques

2 Aspects méthodologiques

2.1 Équipe

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette mission. Le tableau suivant présente les différentes personnes sollicitées pour cette étude.

Équipe de travail

Domaine d'intervention	Intervenants	Qualité et qualification
Coordination et rédaction de l'étude	Léa DELCURE	Chef de projet naturaliste Écologue pluridisciplinaire Master Biologie des Organismes et des Populations – 5 ans d'expériences.
Expertises des amphibiens	Pauline RAPHANAUD	Expert Fauniste – Entomologiste, batrachologue, herpétologue, mammalogue Master 2 Wildlife Management & Conservation – 2 ans d'expérience
Analyse des données SIG, géotraitements, modélisations et réalisation des cartographies	Nacer BEN BEKKOU	Géomaticien – Ingénieur forestier Master 2 Bois, forêt et développement durable (Univ Lorraine – AgroParisTech) Master 2 en sciences forestières et protection de la nature (ENSA) – 5 ans d'expérience
Contrôle qualité	Delphine CERQUEUS	Directrice d'étude – référente du pôle Continuités écologiques Ecologue et géomaticienne Licence Professionnelle Universitaire SIG – La Rochelle - 12 ans d'expérience

2.2 Aires d'étude

Cf. Carte 1 : Présentation des aires d'étude

L'élaboration des continuités écologiques favorables aux amphibiens a été réalisé autour de la zone d'implantation potentiel du projet de la ZA de Steinbourg. Le tableau suivant présente les différentes aires d'étude utilisées.

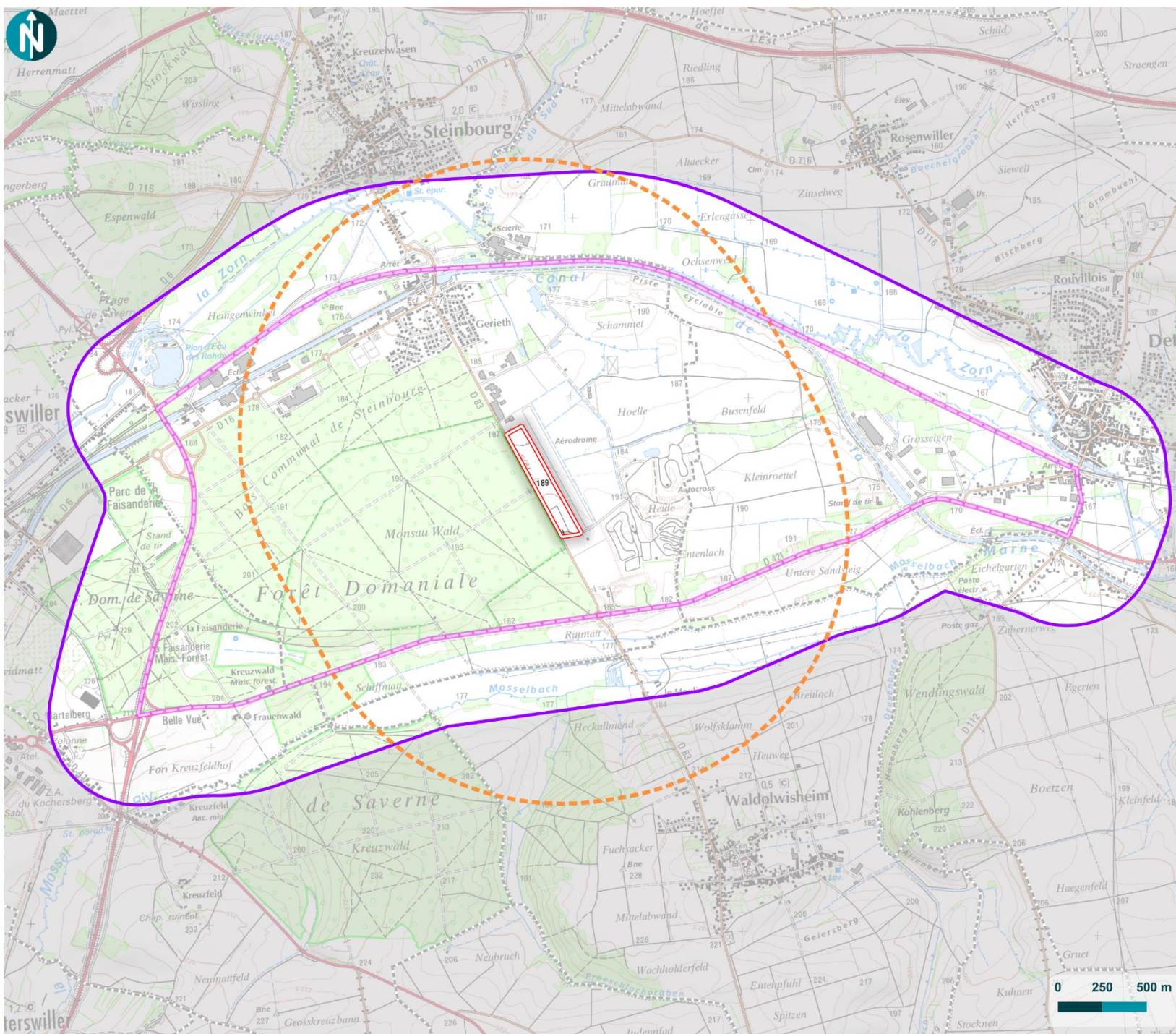
Présentation des aires d'étude

Aires d'étude	Description
Aire d'étude rapprochée faune-flore – 7,2 ha	Cette zone correspond peu ou prou aux parcelles concernées par le projet de création de la Zone d'Activité de Steinbourg. C'est sur cette aire d'étude que l'état initial complet des milieux naturels, de la faune, de la flore et des zones humides a été réalisé, en particulier : - Un inventaire des espèces animales et végétales ; - Une cartographie des habitats ; - Une analyse des fonctionnalités écologiques à l'échelle locale ; - Une identification des enjeux écologiques et des implications réglementaires. L'expertise s'appuie essentiellement sur des observations de terrain.
Distance théorique de dispersion (tampon de 1,5 km) - 947 ha	La distance théorique a été définie sur la base de la capacité de dispersion moyenne des amphibiens de façon cibler les continuités présentes à proximité immédiate de la zone de projet.

2 Aspects méthodologiques

Aires d'étude	Description
	Des prospections spécifiques aux amphibiens ont été réalisés au sein de cette aire d'étude afin d'identifier les habitats de reproduction, d'évaluer leur niveau de fonctionnalité et les obstacles aux déplacements des espèces.
Aire d'étude rapprochée continuités – 788 ha	L'étude des continuités écologiques favorables aux amphibiens a été menée au sein de cette aire d'étude. Cette aire d'étude est volontairement plus large que la distance théorique de dispersion afin de prendre en compte les mesures de compensation envisagées et ne pas restreindre la modélisation. Elle est bornée par des éléments considérés comme infranchissables pour les amphibiens (canal, voie ferrée, routes).
Aire d'étude éloignée continuités « occupation du sol » – 1 533 ha	Cette aire d'étude a été employée pour la création de la carte d'occupation des sols et est volontairement plus large que l'aire d'étude rapprochée continuités pour la collecte des informations cartographiques. Elle correspond à un tampon de 500 m autour de l'aire d'étude rapprochée continuités.

La carte suivante présente les différentes aires d'étude exploitées.



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Aires d'étude

- État initial -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

Aires d'étude

- Aire d'étude faune/flore
- Distance théorique de dispersion de 1.5 km autour de l'AEFF
- Aire d'étude rapprochée continuités écologiques
- Aire d'étude éloignée continuités écologiques (tampon de 500m)



2.3 Méthode d'acquisition des données

2.3.1 Bibliographie et acteurs ressources consultées

Les références bibliographiques utilisées dans le cadre de cette étude font l'objet d'un chapitre dédié en fin de rapport, avant les annexes.

Différentes personnes ou organismes ressources ont été consultés pour affiner l'expertise et pour constituer la carte d'occupation des sols.

Acteurs et ressources consultés

Organisme consulté	Nom du contact	Date des échanges	Nature des informations recueillies
LPO Alsace	Sebastien DIDIER	Mars 2020	Expertise amphibiens sur le site de la ZA et à proximité
BUFO	Via le rapport Odonat	Mars 2024	Observation des espèces d'amphibiens et localisation de mares dans un rayon de 1km autour du site de la ZA
IGN	Site internet	2019	Données SIG d'occupation du sol à Grande Échelle en région Grand Est (OCS GE2) BD TOPO – données hydrographiques, données routes et voies ferrées et données haies
MNHN	Site internet	2023	Données SIG CARHAB
CEN Lorraine	Site internet	Mise à jour en continu	Données SIG PRAM Grand Est
Biotope	-	2024	Cartographie fine des habitats naturels à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée faune-flore, éléments fragmentant

2.3.2 Prospection de terrain et effort d'inventaire

Dates et conditions des prospections de terrain

Dates des inventaires	Commentaires
Inventaires des habitats naturels et de la flore (2 passages dédiés) – Réalisés par Biotope	
22/07/2019	Prospections ciblées sur les habitats et la flore Temps ensoleillé, température de 20°C à 32°C
08/05/2024	Prospections ciblées sur les habitats et la flore Temps ensoleillé, température entre 20°C et 25°C
Inventaires dédiés aux amphibiens (2 passages) – réalisés par la LPO	
25/02/2020	Prospection en fin de journée et nocturne, météo non-renseignée
11/03/2020	Prospection en fin de journée et nocturne, météo non-renseignée
Inventaires dédiés aux amphibiens (3 passages) – réalisé par Biotope	
21/02/2024	Conditions favorables : Nuageux, 10°C, légère pluie, vent faible.
12/03/2024	Conditions favorables : Pluvieux, 7 à 10°C, vent faible.
05/04/2024	Conditions favorables : Nuageux, 19°C, vent faible.

2.4 Modélisation des continuités écologiques à l'état initial

L'objectif de cette modélisation est d'établir un état des lieux des continuités écologiques favorables aux amphibiens au sein de la zone d'implantation du projet de la Zone d'Activité de Steinbourg et à proximité.

2.4.1 Élaboration de la carte d'occupation du sol améliorée

La première étape de la méthode utilisée consiste en la création d'une carte d'occupation du sol, qui servira de base à tous les traitements Graphab. Sa précision typologique et spatiale est un élément déterminant pour la pertinence des résultats obtenus. La cartographie des habitats CarHab (CBN/IGN) a été choisie comme base de données d'occupation du sol, à laquelle seront successivement ajoutées d'autres données afin d'améliorer et d'affiner cette dernière.

Cette donnée a été retenue après avoir comparé différentes bases de données d'occupation du sol. Cette option s'explique par le fait que CarHab est une donnée récente, précise et disponible à l'échelle du département du Bas-Rhin.

Les données d'inventaires de terrain réalisés par Biotope ont également été utilisées afin d'affiner la cartographie des habitats naturels à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée faune-flore et afin de préciser les fonctionnalités des habitats pour les amphibiens et d'identifier les obstacles aux déplacements des espèces.

Cette carte d'occupation des sols a été élaborée de manière exhaustive afin d'identifier les connexions entre les réservoirs à l'intérieur de la zone du projet ainsi que ceux en périphérie.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée faune-flore, la cartographie des habitats naturels repose sur des relevés phytosociologiques de terrain. Au-delà de cette aire d'étude, la cartographie repose uniquement sur des données bibliographiques moins précises n'ayant pas fait l'objet d'inventaire spécifique.

La typologie plus précise des relevés Biotope a été adaptée aux typologies CarHab, jugées suffisantes pour évaluer la fonctionnalité des habitats pour les amphibiens. Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des typologies employées.

Synthèse des typologies

Culture annuelle	Forêt pionnière	Route fragmentante de niveau 3	Mare – habitat de reproduction fonctionnel
Autre culture permanente	Fourré haut dense	Surface artificialisée	Mare – habitat de reproduction dysfonctionnel
Pelouse	Fourré haut mixte	Eau courante permanent	Fossé - habitat favorable à la reproduction
Prairie de type indéterminé	Plantation forestière	Zone d'extraction imperméable	Fossé – habitat défavorable à la reproduction
Prairie fauchée	Verger	Zone d'extraction perméable	Eau stagnante
Prairie pâturée	Vigne	Voie ferrée en service	Autres fossés BD Hydro
Prairie temporaire	Alignements d'arbres, Haies	Chemin	Terrain de cross
Forêt mature de feuillus	Haie	Route fragmentante de niveau 1	Cours d'eau et canaux permanent
Forêt mature de résineux	Bâtiment	Route fragmentante de niveau 2	Cours d'eau et canaux intermittent
Végétation herbacée haute	Buses	Rampes	Surface en eau

Notons que dans la théorie des graphes, par défaut, la capacité d'une tache d'habitat est définie par sa surface : plus une tache est grande, plus elle a une capacité d'accueillir un grand nombre d'individus. Cependant, dans notre cas, nous avons redéfini la capacité des tâches des amphibiens en prenant en compte l'occupation du sol autour de ces habitats de reproduction.

En effet, la qualité intrinsèque des habitats de reproduction dépend du type et de la superficie des habitats environnants. Ainsi un fossé de grande surface situé au milieu de cultures aura une capacité à accueillir les individus beaucoup plus faible qu'une mare de plus faible surface ayant des habitats voisins plus favorables comme les forêts, haies...

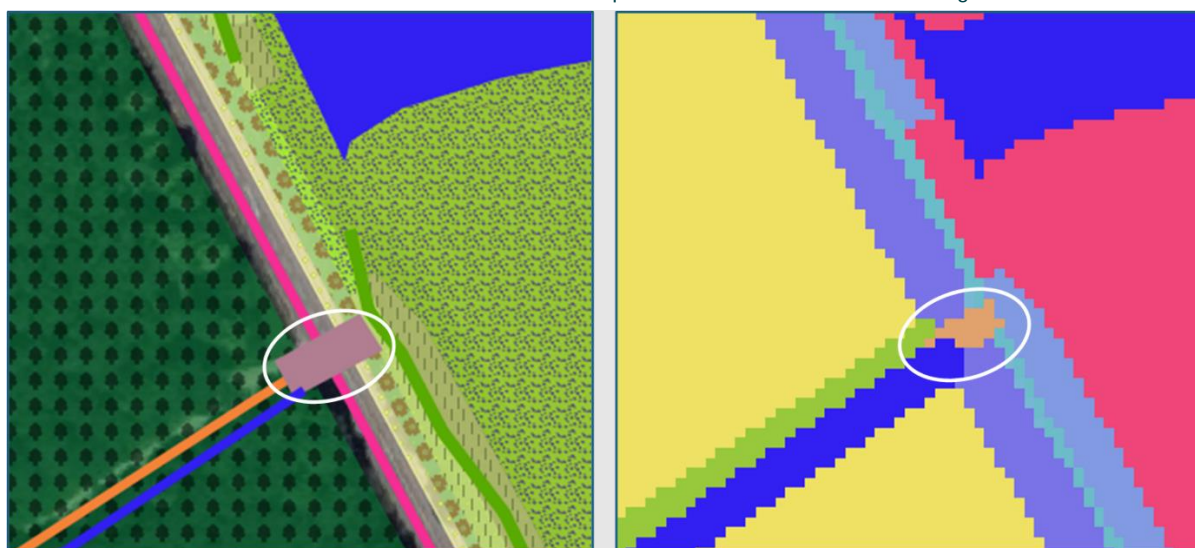
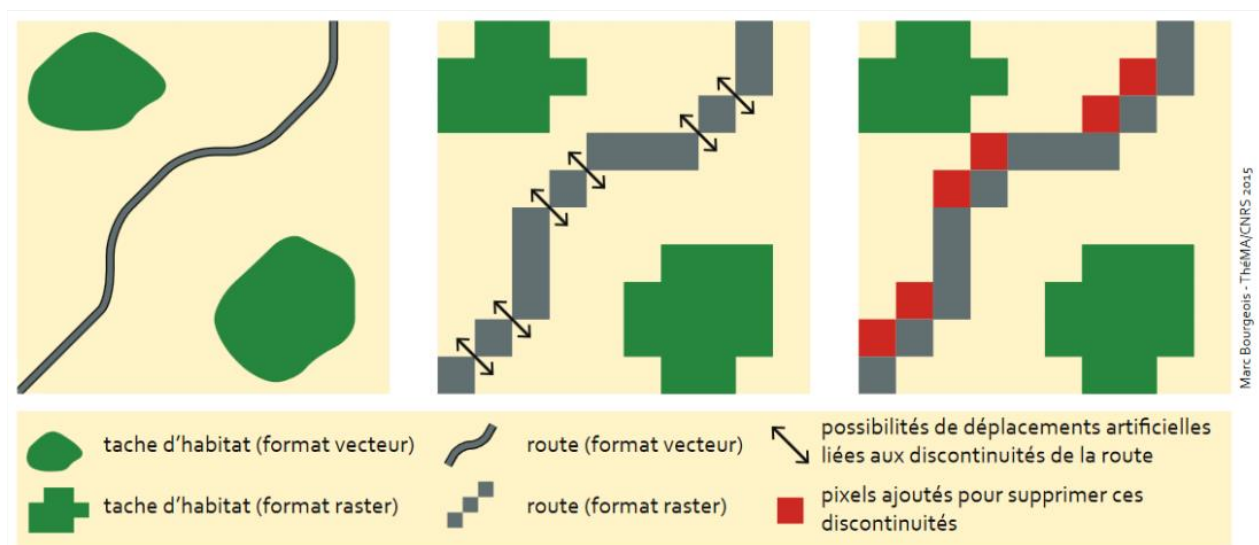
Nous avons identifié et sélectionné les habitats favorables aux amphibiens pour les phases de leur cycle de vie autres que la reproduction, en fonction des habitats atteignables selon la distance maximale de dispersion des espèces à faible dispersion de chaque cortège.

2.4.2 Conversion matricielle

L'étape suivante a consisté à convertir cette carte d'occupation du sol simplifiée d'un format vectoriel vers un format matriciel (ou raster). La majorité des algorithmes géomatiques employés pour la modélisation de continuités écologiques ont en effet recours au format matriciel. Celui-ci a en outre l'avantage de fixer une résolution minimale (ici 2 mètres) et de minimiser un grand nombre de micro-artefacts issus de la compilation de données vectorielles, de surface inférieure à cette résolution.

Toutefois, une attention particulière a dû être portée à une bonne conversion des éléments linéaires fins (cad d'une largeur proche de la résolution du pixel), en particulier les routes, fossés, haies et la buse, afin d'éviter de modéliser ensuite des

passages artificiels à travers eux, comme illustré ci-dessous, ou au contraire de rendre inopérants des passages à faune trop fins.



Détail du résultat de cette conversion au niveau de la buse utilisée comme passage par les amphibiens (cercle blanc) pour traverser la route, ayant fait l'objet d'une prospection terrain.

2.4.3 Sélection cortèges d'espèces cibles et métriques utilisées pour la modélisation des continuités

2.4.3.1 Rappels des enjeux

Les expertises de terrains menées depuis 2019 ont permis d'évaluer les enjeux écologiques associés aux amphibiens au sein de l'aire d'étude rapprochée faune-flore et à proximité. Le détail de cette évaluation est indiqué dans le rapport Biotope de 2024, une synthèse est présentée ci-dessous.

D'après l'ensemble des données collectées, dix espèces d'amphibiens sont présentes au sein de l'aire d'étude rapprochée faune-flore :

- Crapaud commun (*Bufo bufo*) ;
- Grenouille agile (*Rana dalmatina*) ;
- Grenouille commune (*Pelophylax kl. esculentus*) ;
- Grenouille rousse (*Rana temporaria*) ;
- Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) ;

- Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) ;
- Triton crêté (*Triturus cristatus*) ;
- Triton palmé (*Lissotriton helveticus*).
- Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*) ;
- Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*).

L'aire d'étude rapprochée faune-flore est constituée majoritairement par des milieux ouverts et notamment une prairie humide sillonnée de fossé qui se gorge d'eau en période hivernale et printanière. La mare temporaire qui se forme au centre de cette prairie est un habitat de reproduction pour l'ensemble des espèces d'amphibiens contacté du fait de sa situation en bord de boisements.

Les enjeux écologiques associés aux amphibiens sur cette aire d'étude sont considérés comme globalement forts (et même très fort pour le Triton crêté).

2.4.3.2 Définition des espèces cibles

La stratégie **d'espèces virtuelles** a été choisie, en utilisant des cortèges d'espèces. Ainsi, les capacités de dispersion de cette espèce virtuelle ont été élaborées à partir de la biologie des différentes espèces qui la composent.

Cela rend possible les extrapolations aux espèces uniques. Il est par exemple possible d'extrapoler des conclusions concernant l'espèce virtuelle « Amphibiens de milieux forestiers » au Sonneur à ventre jaune. En fonction des distances de dispersion de ces espèces et de la perméabilité des différents éléments du paysage pour ces espèces, il a été possible de prédire les chemins « optimaux » de dispersion.

Les amphibiens ont des exigences écologiques assez amples mais il est possible de les regrouper en deux cortèges pour la modélisation :

- Cortège des espèces forestières : Triton alpestre et Sonneur à ventre jaune ;
- Cortège des espèces ubiquistes et de milieux ouverts : Triton crêté, Crapaud commun, Grenouille rousse, Grenouille commune, Grenouille rieuse, Grenouille agile, Triton palmé et Triton ponctué.

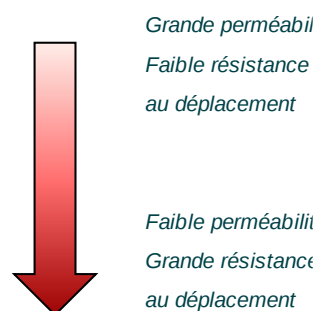
2.4.3.3 Identification des habitats d'espèces

Pour chaque cortège d'espèces cible représentant une espèce virtuelle :

- Les habitats de reproduction ont été relevé au sein de l'aire d'étude rapprochée continuités à l'aide de données bibliographiques (rapport Odonat, inventaire des mares à l'échelle départementale) et des prospections de terrain effectuées en 2024 pour affiner leurs fonctionnalités.
- Une note de perméabilité a été attribuée à chaque habitat de la cartographie d'occupation du sol pour traduire s'il est favorable ou non aux espèces. Un coût plus ou moins important est alors attribué à chaque type d'occupation du sol en fonction de l'écologie des espèces cibles. Le milieu de vie d'une espèce se verra attribuer un coût faible et aura donc une grande perméabilité. Au contraire, un milieu hostile à l'espèce se verra attribuer un coût important et aura donc une faible perméabilité.

Niveau de fonctionnalité des habitats et note de perméabilité

Fonctionnalité de l'habitat	Note de perméabilité
Milieux très favorables	1
Milieux favorables	2
Milieux peu favorables	5
Milieux neutres (sans exposition au danger)	50
Milieux défavorables aux déplacements	100
Milieux fragmentants	500
Barrières imperméables	1000



Au sein de chaque cortège, deux distances de dispersions ont été définies : la distance de dispersion maximale pour l'espèce la plus mobile et la distance de dispersion maximale pour l'espèce la moins mobile afin de produire des modélisations continuités plus couvrantes.

Les distances de dispersion retenues sont les suivantes :

- Cortège des espèces forestières : D'après Pichenot (2008), le Sonneur à ventre jaune effectue des déplacements journaliers de maximum 450 m. Le Triton alpestre quant à lui effectue des déplacements plus réduits, de l'ordre de la centaine de mètre (MNHN, 2015). La distance retenue est de 200 m.
- Cortège des espèces ubiquistes et de milieux ouverts : Le Crapaud commun et les grenouilles sont les espèces à la plus grande capacité de dispersion (plusieurs kilomètres possibles, Acemav, 2003 ; Nöllert, 2003). La distance

maximale a été fixé à 1 km. Les tritons ont quant à eux une capacité de dispersion plus réduite, de l'ordre de quelques centaines de mètres maximum. La distance maximale de dispersion du Triton crêté a été définie à 300 mètres.

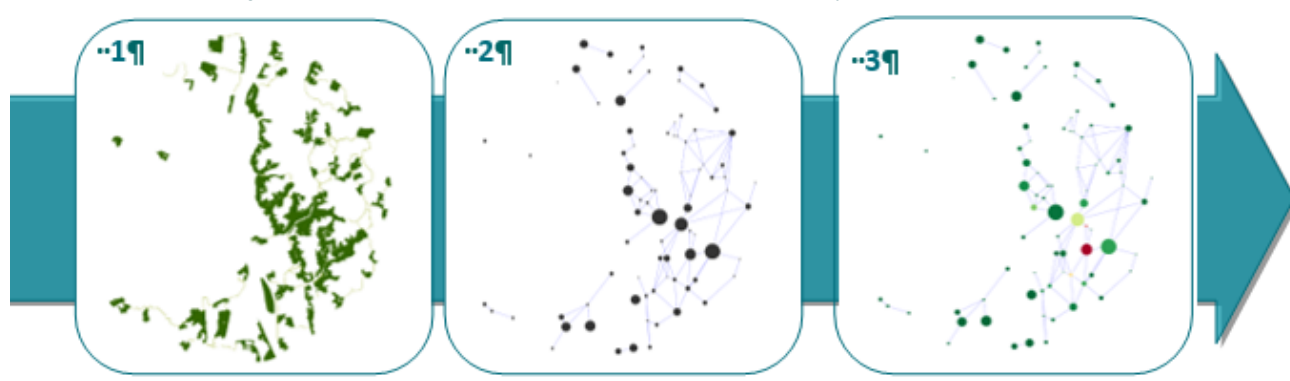
2.4.3.4 Métriques utilisées et restitution des résultats

À partir de l'occupation du sol, des taches d'habitats préférentiels ont été identifiées pour chaque cortège. Chaque tache s'est vu attribuer une note de capacité traduisant la qualité ou le potentiel de la tache à accueillir une population. Ici, la capacité de la tache est basée sur la quantité d'habitats terrestres atteignables depuis la tache. Pour les espèces forestières, les habitats terrestres sélectionnés correspondent aux typologies de forêts situées à moins de 200 mètres. Pour les espèces des milieux ouverts ou ubiquistes, ce sont les bois, haies et friches disponibles à moins de 300 mètres qui ont été affectés.

Les métriques de modélisation sont de plusieurs types :

- Les métriques globales, comme la connectivité équivalente (EC), qui indique la quantité d'habitat atteignable. Elle a été calculée pour chaque cortège et son intérêt réside dans l'analyse de son évolution avant et après un projet d'aménagement. C'est un indicateur pertinent pour évaluer les pertes ou les gains de connectivité résultant des impacts d'un projet d'aménagement.
- Les métriques locales, à l'échelle de chaque tache et de chaque lien :
 - 3 métriques ont été calculées pour **l'identification de l'importance de la tache dans le réseau écologique local** :
 - Le flux d'interaction (IF) : cet indicateur permet de faire ressortir le cœur du réseau car il tient compte de la capacité intrinsèque de la tache, de sa proximité avec d'autres taches et de la capacité de ces dernières ;
 - La centralité intermédiaire (BC) : cet indicateur traduit le flux potentiel traversant la tache d'habitat. Plus la valeur de BC est élevée, plus sa fréquence d'utilisation est grande.
 - Le flux circuit (CF) : cette métrique utilise la théorie des circuits électriques. Chaque lien du graphe correspond à une résistance électrique, les taches correspondent aux sources de courant et à la terre. Cette métrique peut être assimilée à BC mais tient compte de l'ensemble des chemins possibles et pas uniquement du chemin le plus court.
- 2 métriques ont été calculées pour la hiérarchisation des corridors potentiels :
 - BC : ici, l'indicateur traduit le flux potentiel du lien ;
 - CF. Le flux circuit (CF) : cette métrique utilise la théorie des circuits électriques. Chaque lien du graphe correspond à une résistance électrique, les taches correspondent aux sources de courant et à la terre. Cette métrique peut être assimilée à BC mais tient compte de l'ensemble des chemins possibles et pas uniquement du chemin le plus court.

Enfin, pour chaque « espèce virtuelle », le travail réalisé a été synthétisé à travers des cartes valorisant les résultats de la modélisation, accompagnés par un texte résumant ce qu'il faut retenir de l'analyse.



Étapes de modélisation des continuités écologiques via Graphab (Foltête & al., 2012) : (1) extraction des tâches et calcul des chemins de moindre coût ; (2) création d'un graphe paysager ; (3) calcul d'une métrique. Source : Biotope

Attention, une telle modélisation n'a pas vocation à rendre compte des déplacements quotidiens, des migrations courantes entre habitats terrestres et aquatiques ou entre habitats d'hivernage et de reproduction, mais plutôt de la dispersion maximale possible de juvéniles ou d'individus d'un habitat de reproduction à un autre, cad d'une métapopulation à une autre.



Schéma illustrant les coûts cumulés de déplacement pour relier deux réservoirs séparés à vol d'oiseau par 10 mètres. Source : Biotope.

2.4.4 Modélisation de l'état projeté avec l'aménagement de la Zone d'Activité de Steinbourg

2.4.4.1 Sans mesure d'évitement, de réduction et de compensation

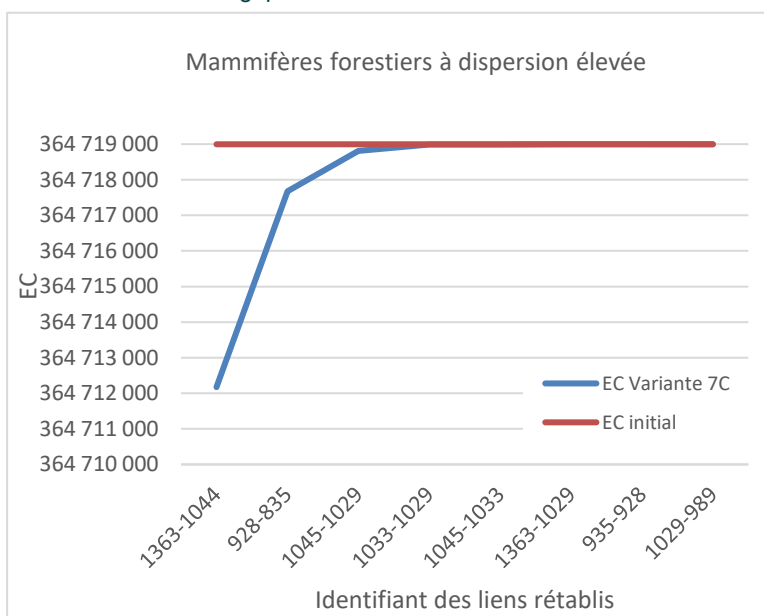
L'objectif de cette modélisation est d'évaluer les impacts bruts du projet d'aménagement sur les continuités écologiques des amphibiens en l'absence de mesure d'atténuation des impacts.

La cartographie de l'occupation du sol a été modifiée afin d'intégrer les données liées au projet (zones imperméabilisées, bâtis, barrières, voiries, etc) ce qui permettra de modéliser les continuités écologiques des amphibiens impactés par le projet ou non.

En comparant les résultats de cette phase avec ceux de l'état initial et ceux de l'état projeté sans mesures d'évitement ou de réduction, une évaluation de l'évolution de la connectivité entre ces différents états est réalisée. Elle permet de visualiser les modifications de continuités écologiques (impact sur une tache d'habitat, rupture entière de corridor ou juste déplacement, baisse de la fonctionnalité des liens, ...).

Au cours de cette étape, nous serons en mesure de hiérarchiser les continuités écologiques à recréer en priorité après l'aménagement du projet pour limiter son impact sur le réseau écologique.

Lien	EC Variante 7C	EC initial
1363-1044	364 712 173	364 718 996
928-835	364 717 678	364 718 996
1045-1029	364 718 810	364 718 996
1033-1029	364 718 989	364 718 996
1045-1033	364 718 993	364 718 996
1363-1029	364 718 996	364 718 996
935-928	364 718 996	364 718 996
1029-989	364 718 996	364 718 996



Exemple d'analyse des impacts sur les continuités écologiques d'un projet à l'état initial et à l'état projeté (Source : Biotope).

2.4.4.2 Avec mesures d'évitement, de réduction et de compensation

L'objectif de cette modélisation est d'évaluer l'effet des mesures d'atténuation envisagées, d'évaluer leur pertinence en vue de proposer des améliorations et d'évaluer les impacts résiduels du projet sur les continuités écologiques des amphibiens.

Les mesures de compensation envisagées en faveur des amphibiens sont également intégrées afin de vérifier leur pertinence et les gains fonctionnels attendus.

La cartographie de l'occupation du sol est modifiée afin d'intégrer les données liées au projet (zones imperméabilisées, bâtis, barrières, voiries, etc) et aux mesures d'atténuation (rampes) et de compensation (création de corridor écologique, création d'un réseau de mares dans le bois de Monsau wald).

La modélisation des réseaux écologiques est ensuite reproduite, ainsi que le calcul des métriques et l'analyse de la perte ou du gain de connectivité pour chaque espèce cible après mise en œuvre de la séquence ERC complète. Cette analyse permet également d'identifier les nouveaux liens créés sur ces sites compensatoires.

3 Présentation des résultats

3.1 État initial

3.1.1 Occupation du sol

Cf. Carte 2 : Présentation de l'occupation du sol en l'état initial

Le périmètre d'étude se trouve majoritairement sur la commune de Steinbourg et sur son quart Est sur la commune de Dettwiller, à proximité des contreforts Nord du massif des Vosges.

Deux grandes entités paysagères se distinguent :

- La moitié Ouest : le massif forestier du Monsau Wald composé du bois communal de Steinbourg et en majorité par une forêt domaniale est dominé par les feuillus. Quelques plantations de résineux sont présentes de façon relictuelle. Ce boisement est borné au nord par une zone industrielle et le canal de la Marne au Rhin et au sud par la vallée du Mosselbach, espace de prairies bordant le cours d'eau et longé également par une route départementale (D421). A l'Ouest, le boisement est séparé du massif vosgien par l'agglomération de Saverne, à l'Est, la départementale 83 clos le boisement et ouvre vers la plaine agricole. La départementale 1404 traverse le boisement sur un axe nord-sud près de l'entreprise Kuhn.
- Le boisement est parcouru de chemins forestiers parfois surélevés et bordés de fossés. Une ligne à haute tension traverse également le boisement sur un axe Nord-Ouest/Sud-Est, offrant un corridor de milieux ouverts au cœur du boisements. Quelques petites clairières ou espaces boisés moins denses sont ponctuellement présents.
- La moitié Est : Une fois la départementale 83 traversée, la plaine est dominée par les milieux ouverts (cultures, prairies, terrain de l'aérodrome). Plusieurs points d'eau sont également présents au nord près du canal et à côté du terrain de cross. Quelques espaces artificialisés sont également présents en limite du boisement au nord et au sud par la présence d'une sablière. Quelques bosquets ponctuent ce paysage ouvert mais les haies sont quasiment absentes.

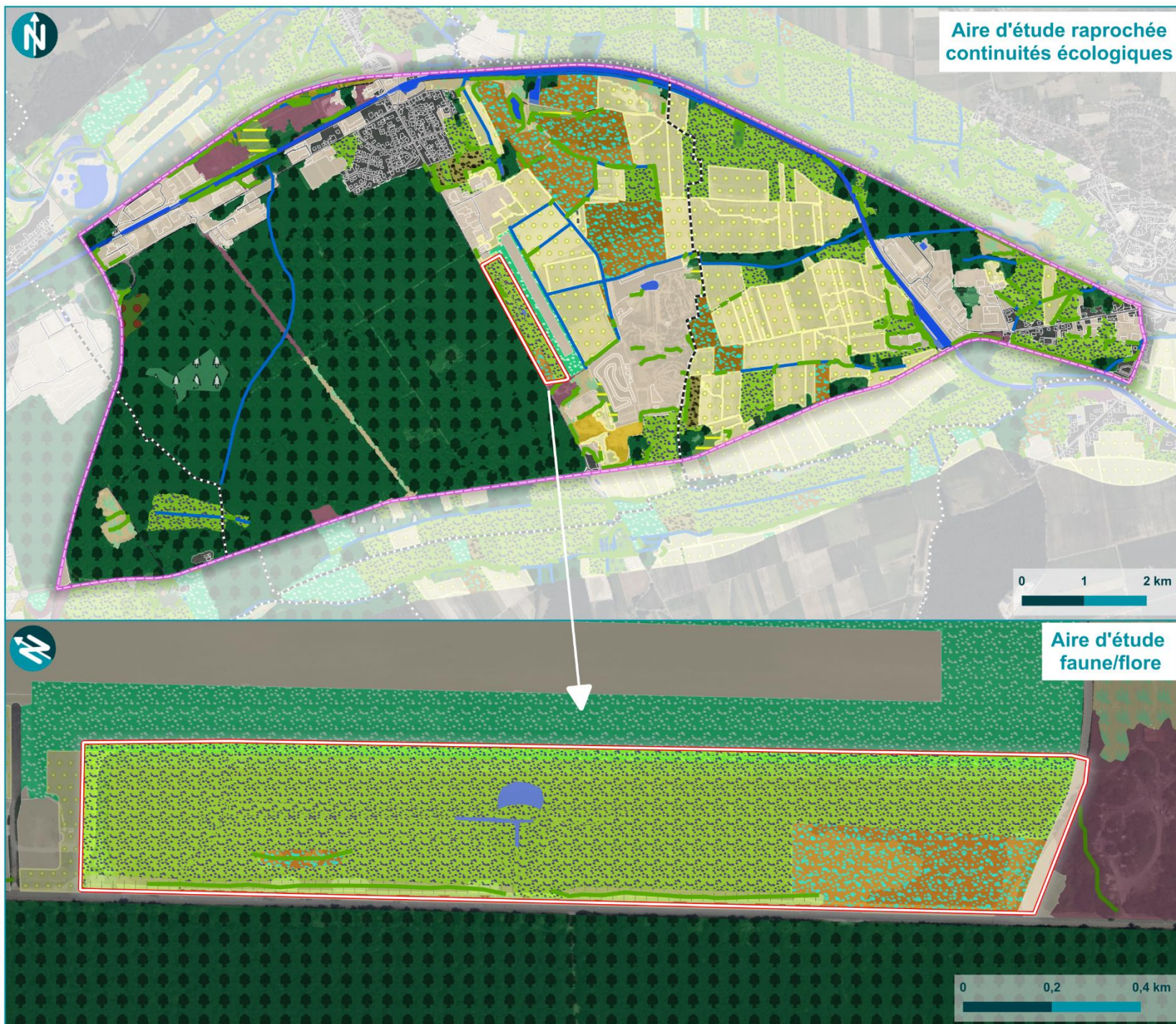
L'aire d'étude rapprochée faune-flore, zone d'implantation potentielle du projet de la ZA de Steinbourg, se trouve à la lisière Est du bois de Monsau wald, de l'autre côté de la départementale 83. Les travaux de construction de la ZA ayant débutés en 2019, la parcelle a été un peu modifiée.

La carte d'occupation des sols a donc été modélisée sur ce secteur par rapport aux orthophotographies antérieures et les cartographies des habitats naturels antérieures (Élément 5, 2015 et Renner, 2017), et en se basant sur la cartographie des habitats actuels (mise à jour en 2024 à travers des prospections de terrain).

Ainsi, avant les travaux de 2019, l'aire d'étude rapprochée faune-flore était occupée majoritairement par une prairie de fauche plus ou moins humide selon le gradient topographique. Une dépression est présente au centre de la prairie et accumule les eaux de ruissellement en provenance de la parcelle et des fossés qui la parcourent : une mare temporaire se forme durant l'hiver et jusqu'à une période avancée du printemps selon les conditions météorologiques. Sur la partie sud-est, la prairie présente un caractère plus thermophile eut égard aux opérations d'enfouissement de déchet qui y a eu lieu par le passé.

La parcelle est délimitée au sud-ouest par une haie arborée longeant la départementale 83 et au nord-est par un fossé longeant le terrain de l'aérodrome.

La carte ci-dessous présente l'occupation du sol au sein de l'aire d'étude « Continuités écologiques » et en détail au niveau de l'aire d'étude rapprochée « Faune-Flore ».



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Occupation du sol - Typologie simplifiée -

- État initial -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Aire d'étude rapprochée
 - Aire d'étude éloignée
- Occupation du sol**
- Typologie simplifiée -
- Autre culture permanente
 - Culture annuelle
 - Forêt mature de feuillus
 - Forêt mature de résineux
 - Forêt pionnière
 - Fourré haut dense
 - Fourré haut mixte
 - Pelouse
 - Plantation forestière
 - Prairie de type indéterminé
 - Prairie fauchée
 - Prairie pâturée
 - Prairie temporaire
 - Surface en eau
 - Verger
 - Vigne
 - Alignements d'arbres, Haies
 - Surface en eau
 - Végétation herbacée haute
 - Bâtiment
 - Surface artificialisée
 - Zone d'extraction

3.1.2 Habitats de reproduction des amphibiens

Cf. Carte 3 : Localisation des habitats de reproduction des amphibiens en état initial

La carte d'occupation des sols présentée au chapitre précédent met en évidence la présence de plusieurs points d'eaux permanents ou temporaires au sein et à proximité de l'aire d'étude rapprochée faune-flore, plus ou moins favorables à reproduction des amphibiens. Les expertises de terrain réalisées entre février et avril 2024 ont permis d'affiner leur niveau de fonctionnalité.

La mare au centre de l'aire d'étude est particulièrement favorable à la reproduction de l'ensemble des espèces recensées. Six espèces y ont été recensées, aussi bien des espèces du cortège forestier (Triton alpestre) que des espèces de milieux plus ouverts et ubiquistes (Crapaud commun, Grenouille rousse, Grenouille agile, Triton crêté et Triton palmé). Cette fonctionnalité s'explique par ses caractéristiques intrinsèques :

- Gradient de profondeur (centre de la mare profond, et contours peu profonds) ;
- Différents niveaux de végétalisation (roselière au centre, prairie hygrophile sur le pourtour, offrant différents abris et supports de pontes) ;
- Superficie (75 mètres de diamètre environ soit 0,4 ha ce qui lui confère une grande capacité d'accueil) ;
- Ensoleillement (mare prairiale favorable à la production en insectes, source d'alimentation pour les amphibiens) ;
- Sa temporalité (mare en eau durant l'hiver et le printemps potentiellement jusqu'au début de l'été selon les conditions météorologiques ce qui permet aux amphibiens d'accomplir leur reproduction à terme et de contenir la présence de poissons prédateurs).

Sa localisation adjacente au bois de Monsau Wald est également un facteur important : les amphibiens hivernant dans le boisement ont accès à un habitat favorable à proximité immédiate.

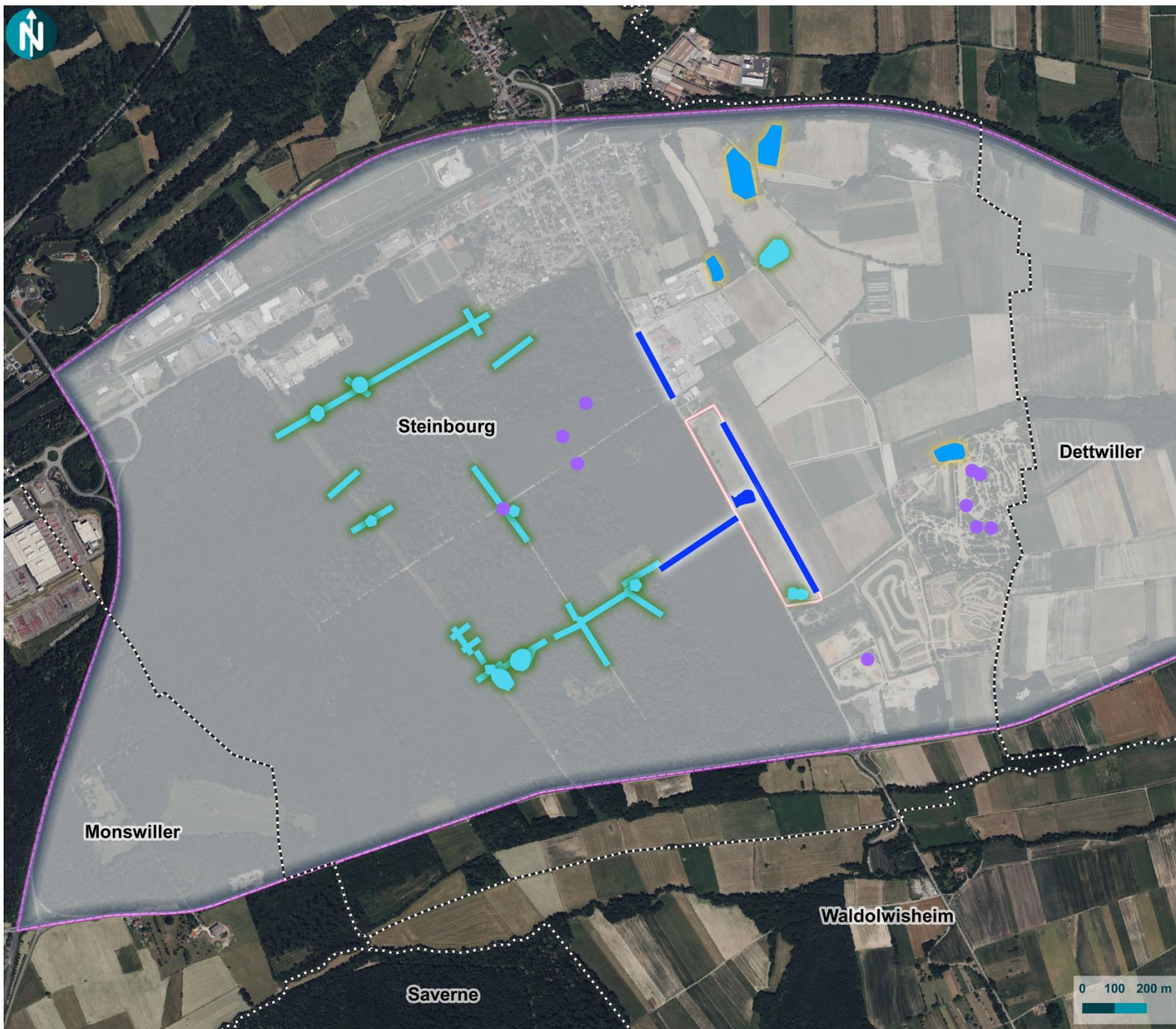
Le Sonneur à ventre jaune a également été recensé au sein de la zone d'implantation de la ZA, au niveau de petites dépressions créées lors des travaux de 2019, parfaite pour cette espèce pionnière.

Les fossés présents sur l'aire d'étude rapprochée et longeant le terrain de l'aérodrome sont également des habitats de reproduction pour les amphibiens.

Les étangs présents au sein de la plaine agricole sont également des habitats de reproduction favorables mais uniquement pour les espèces ubiquistes et des milieux ouverts.

Le bois de Monsau Wald quant à lui est parsemé de mares et de fossés pouvant accueillir la reproduction d'espèces forestières et des espèces ubiquistes dans une moindre mesure. Les superficies et profondeurs plus réduites, le caractère plus temporaire d'engorgement et l'ombrage important qui réduit la capacité d'accueil de ces points d'eau, ce qui est cependant très favorable au Sonneur à ventre jaune.

La carte ci-dessous présente les habitats de reproduction identifiés au sein de l'aire d'étude rapprochée « continuités écologiques ».



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Localisation des habitats de reproduction des amphibiens - État initial -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée continuités écologiques
- Limites des communes

Habitats de reproduction

Données Biotope

- Amphibiens des milieux forestiers et milieux ouverts
- Amphibiens des milieux ouverts
- Amphibiens des milieux forestiers

Données bibliographiques PRAM

- Amphibiens des milieux forestiers et milieux ouverts

3.1.3 Perméabilité des milieux

Cf. Carte 4 : Perméabilité des milieux en état initial

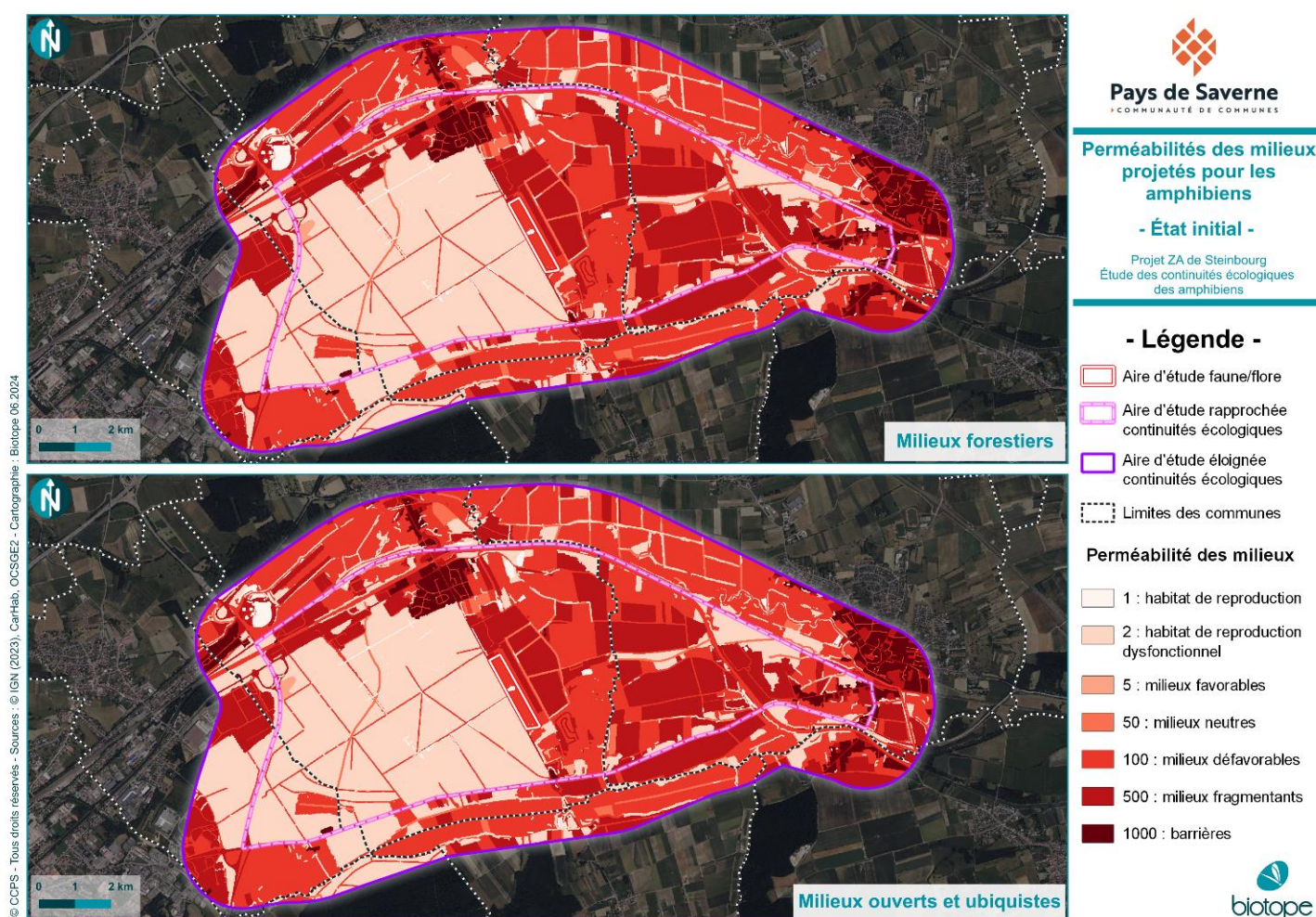
L'analyse de la perméabilité des milieux met en évidence deux grands secteurs distincts que ce soit pour le cortège des amphibiens ubiquistes et des milieux ouverts que pour le cortège des amphibiens forestiers.

Le bois de Monsau wald est particulièrement favorable aux amphibiens car il leurs offrent des habitats nécessaires à l'accomplissement de l'ensemble de leur cycle biologique (mares et fossés existants favorables à leur phase de vie aquatique et leur reproduction, bois et fourrés favorables à leur phase de vie terrestre).

La plaine agricole à l'Est quant à elle présente des milieux majoritairement défavorables aux amphibiens (cultures, voiries, bâtis). Seuls quelques éléments ponctuels offrent des habitats favorables aux amphibiens (étang et mares, quelques fossés, quelques éléments boisés fragmentaires).

La zone d'implantation du projet de Steinbourg contient des milieux favorables aux amphibiens des deux cortèges mais se retrouve encerclée par une route à l'ouest et le terrain de l'aérodrome et des cultures au nord-est, milieux fragmentant.

La carte ci-dessous présente les niveaux de perméabilité des milieux pour chaque cortège d'espèces.



3.1.4 Modélisation des espaces de dispersion

3.1.4.1 Cortège des amphibiens ubiquistes et de milieux ouverts

Cf. Carte 5 : Modélisation des continuités écologiques des amphibiens des milieux ouverts et ubiquiste en l'état initial

Cf. Carte 6 : Modélisation des continuités écologiques du Triton crêté en l'état initial

L'analyse de la connectivité du réseau de taches favorables à la reproduction des amphibiens, appuyée par les cartes de perméabilité des milieux préalablement établies, permet d'évaluer les capacités actuelles de dispersion des populations d'amphibiens au sein de l'aire d'étude rapprochée « continuités écologiques ».

Les résultats de cette analyse mettent en évidence la présence d'une faible connectivité des habitats de reproduction favorables aux amphibiens ubiquistes et des milieux ouverts sur la plaine agricole.

Seules les espèces à capacité de dispersion moyenne (anoues) sont susceptible de fréquenter les étangs présents au nord de l'aire d'étude rapprochée « faune-flore ». Les tritons, plus limité dans leur déplacement (quelques centaines de mètres maximum) sont très peu susceptibles d'y parvenir (aucun individu n'y a été vu d'ailleurs).

L'étang situé au nord-ouest du terrain de cross est déconnecté du réseau : seul les arbustes et arbres présents sur le terrain de cross est les quelques dépressions en eau pouvant apparaître sur les pistes, peuvent servir à la marge de corridor pour les espèces les moins exigeantes. Les perturbations sont relativement importantes sur ce secteur et est peu propice aux amphibiens.

Du fait de sa grande perméabilité et de la présence de plusieurs éléments favorables à la reproduction et au transit des amphibiens (fossés et mares), le bois de Monsau wald présente plusieurs corridors fonctionnels sur sa moitié Est. Ces éléments favorisent la concentration des amphibiens vers la départementale 84 et la zone d'implantation de la ZA. Cette dernière se trouve ainsi au cœur du réseau et constitue un élément d'importance pour l'ensemble des espèces. La partie ouest du boisement, bien que perméable aux amphibiens, présente peu d'éléments de continuités écologiques favorables aux espèces ubiquistes et de milieux ouverts.

Zoom sur le Triton crêté : D'après la modélisation, la dispersion de l'espèce est restreinte au sein du boisement et à sa périphérie immédiate. La mare prairiale au centre de la zone d'implantation de la ZA de Steinbourg ainsi que les fossés longeant la départementale 84 et le terrain de l'aérodrome dont des habitats de reproduction favorables. Aucun corridor favorable à l'espèce n'a été identifié au sein de la plaine agricole.

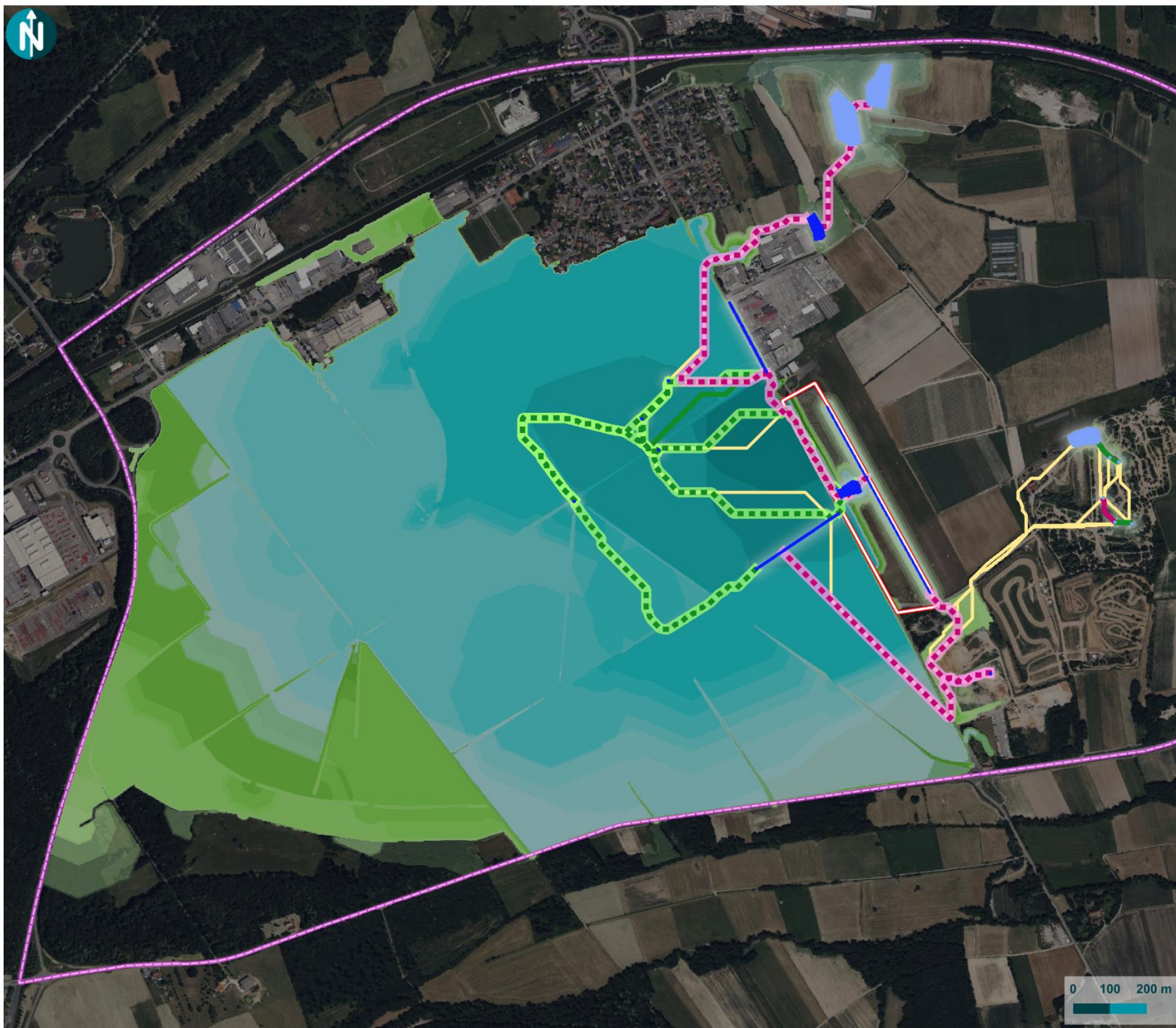
3.1.4.1 Cortège des amphibiens des milieux forestiers

Cf. Carte 7 : Modélisation des continuités écologiques des amphibiens forestiers en l'état initial

Les résultats de l'analyse des continuités écologiques pour les amphibiens du cortège des milieux forestiers mettent en évidence la présence d'une très faible connectivité sur la plaine agricole. Seul la zone d'implantation de la ZA de Steinbourg est favorable à l'ensemble des espèces du fait de sa proximité avec le bois de Monsau wald. Les étangs présents au nord-ouest sont trop éloignés du boisement pour le Sonneur à ventre jaune et le Triton alpestre et sont jugés hostiles à ses espèces, à l'exception d'un petit étang au milieu des cultures. Les coûts de déplacement jusqu'à cet étang sont toutefois élevés et aucun individu n'y a été recensé.

Le terrain de cross peut accueillir ponctuellement le Sonneur à ventre jaune au niveau des dépressions occasionnellement en eau sur les pistes, toutefois, les perturbations anthropiques étant importantes, ce secteur reste peu favorable.

Comme attendu au regard de la perméabilité du milieu et des exigences écologiques des espèces, le bois de Monsau wald constitue l'essentiel des habitats favorables et offre de nombreux corridors favorables à l'ensemble des espèces (fossés bordant les routes forestières, point d'eau, ruissellements). La tranchée de milieux ouverts engendrée par la présence de la ligne à haute tension traversant le boisement semble être un axe important pour les amphibiens avec notamment la présence de plusieurs zones de rétention d'eau favorable à leur reproduction.



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Modélisation des continuités écologiques des amphibiens des milieux ouverts et ubiquistes

- État initial -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée
continuités écologiques

Tâches d'habitat

- Position importante dans le réseau
- Autres habitats de reproduction

Corridors écologiques linéaires

- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité faible de dispersion
- Autre corridor des espèces à
faible capacité de dispersion
- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité moyenne de dispersion
- Autre corridor des espèces à
capacité moyenne de dispersion
- Autres corridors potentiels

Corridors écologiques surfaciques

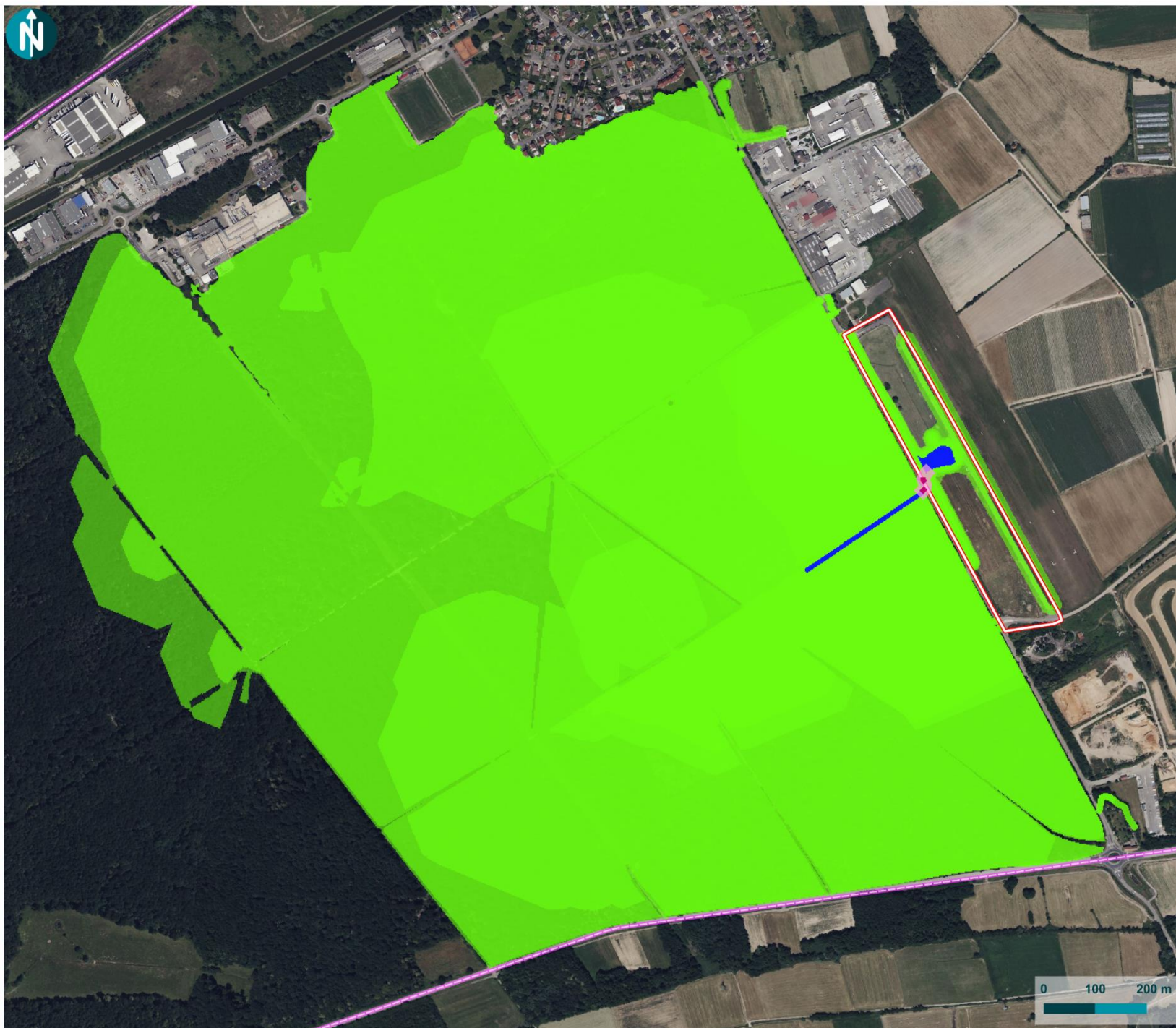
Corridors surfaciques des espèces
à capacité faible de dispersion

- 13 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

Corridors surfaciques des espèces
à capacité moyenne de dispersion

- 17 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement





Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Continuités écologiques du Triton crêté

- État initial -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée
continuités écologiques

Tâche d'habitat

- Habitat favorable
(reproduction)

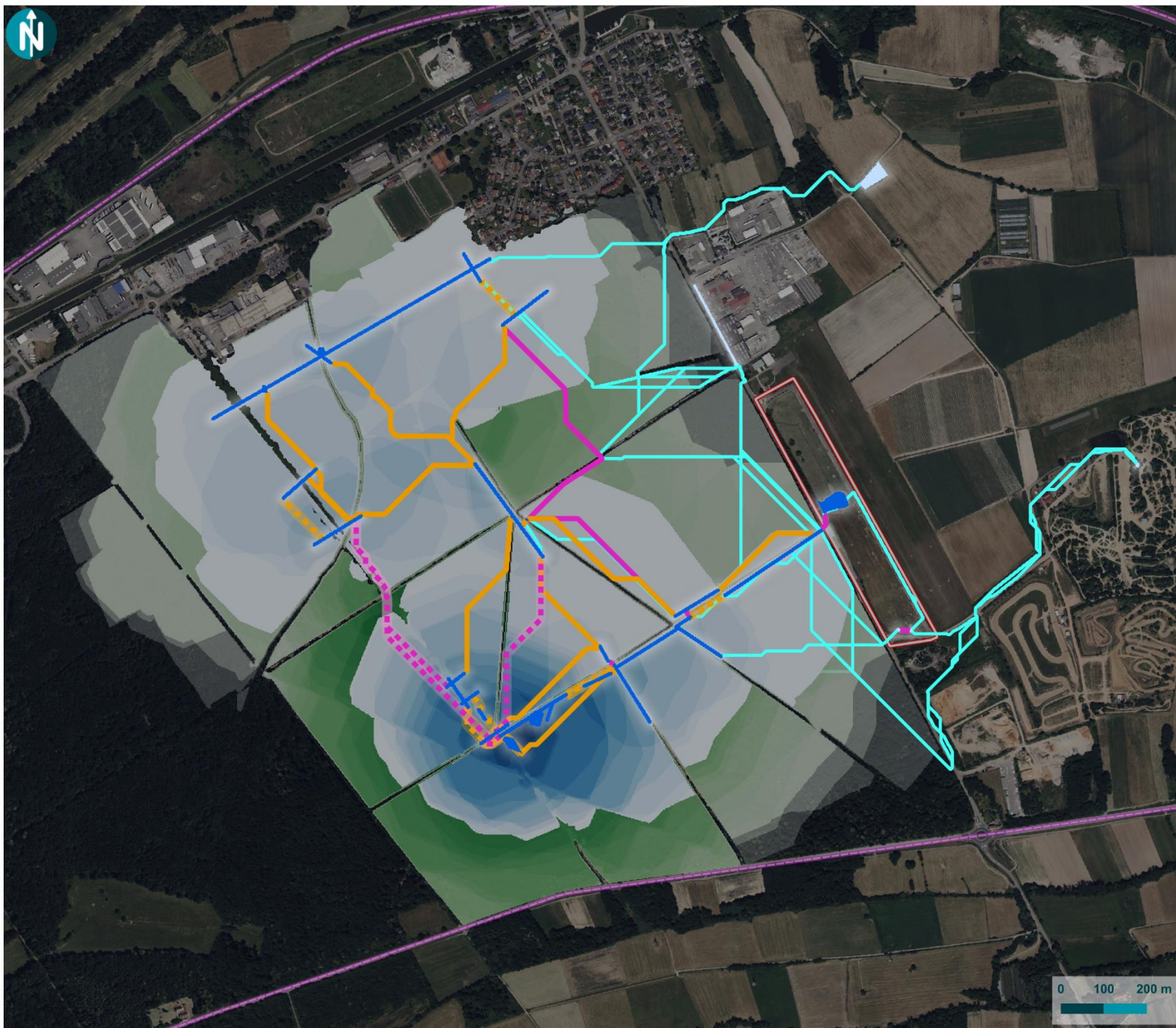
Corridor écologique linéaire

- Corridor très fonctionnel

Corridor écologique surfacique

- Emprise atteignable par
le Triton Crêté





Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Modélisation des continuités écologiques des amphibiens forestiers

- État initial -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée
continuités écologiques

Tâches d'habitat

- Position importante dans le réseau
- Autres habitats de reproduction

Corridors écologiques linéaires

- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité faible de dispersion
- Autre corridor des espèces à
faible capacité de dispersion
- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité moyenne de dispersion
- Autre corridor des espèces à
capacité moyenne de dispersion
- Autres corridors potentiels

Corridors écologiques surfaciques

*Corridors surfaciques des espèces
à capacité faible de dispersion*

- 16 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

*Corridors surfaciques des espèces
à capacité moyenne de dispersion*

- 27 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

0 100 200 m



3.2 Avec projet sans mesures d'atténuation et de compensation

3.2.1 Présentation du projet

Le projet de la ZA de Steinbourg consiste en la fragmentation de la parcelle en plusieurs lots de 35 ares environ, voire plus, qui seront dédiés à l'implantation d'entreprises et de commerces. Une voirie, déjà construite en 2019, desservira la ZA le long de l'aérodrome. Le fossé préexistant entre la zone d'implantation de la ZA et le terrain de l'aérodrome sera requalifié afin de permettre la gestion des eaux de ruissellement en provenant de la future ZA. La haie longeant la départementale sera renforcée par des plantations permettant de la prolonger sur l'ensemble de la ZA.

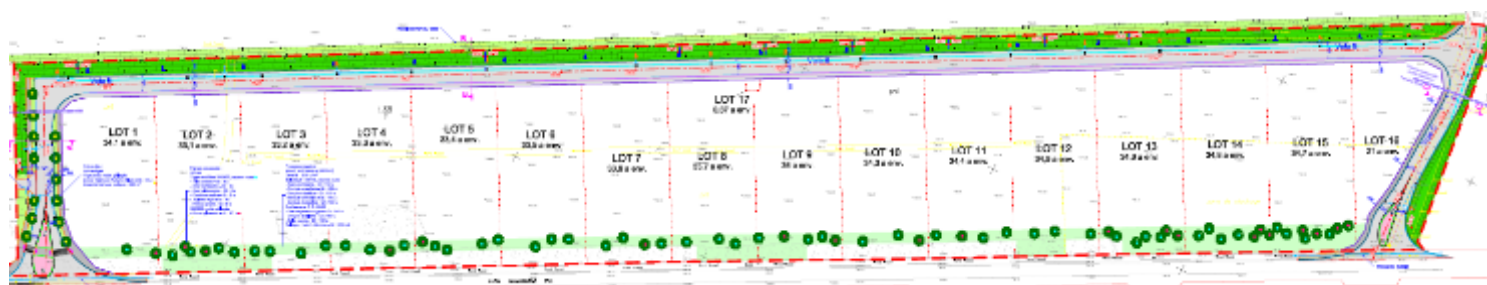


Figure 1 : Plan d'aménagement projeté du scénario retenu

3.2.2 Impact du projet sur les continuités écologiques

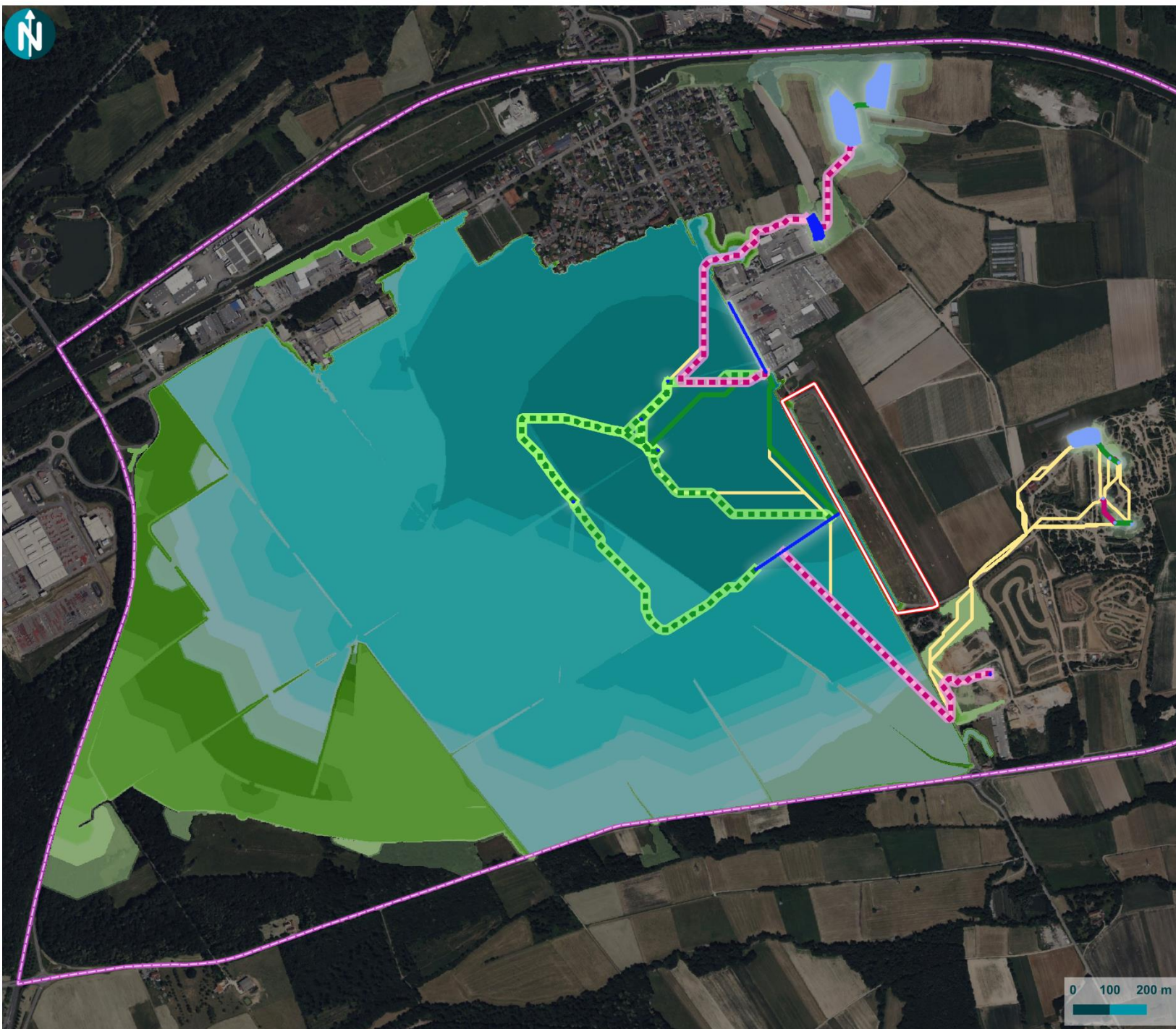
Cf. Carte 8 : Modélisation des continuités écologiques des amphibiens ubiquistes et de milieux ouverts en l'état avec projet

Cf. Carte 9 : Modélisation des continuités écologiques du Triton crêté en l'état avec projet

Cf. Carte 10 : Modélisation des continuités écologiques des amphibiens des milieux forestiers en l'état avec projet

En l'absence de mesure d'évitement et de réduction, le projet d'aménagement de la ZA de Steinbourg engendrera la destruction de l'ensemble de la prairie entre le bois de Monsau wald et la piste de l'aérodrome y compris la mare prairiale qui accueille la reproduction de nombreuses espèces. Une partie des fossés seront également détruit et le fossé faisant la frontière entre le terrain de la ZA et celui de l'aérodrome sera recalibré et ainsi rendu impropre à l'accueil des amphibiens (pentes trop abruptes et effet drain trop important).

La destruction de ces habitats de reproduction concerne aussi bien le cortège d'espèces ubiquistes et de milieux ouverts (dont Triton crêté) que le cortège d'espèce des milieux forestiers. Toutefois, les pertes de connectivité que cela engendre sont plus importantes pour le cortège des espèces ubiquistes et des milieux ouverts que pour le cortège des milieux forestiers. Pour les espèces ubiquistes et des milieux ouverts, elle engendre une perte de connectivité évaluée à 10,8% - 14,3% (respectivement pour les espèces à faible capacité de dispersion et les espèces à capacité de dispersion moyenne). Pour le cortège des milieux forestier, les pertes de connectivité sont négligeables. A noter toutefois, que l'implantation de la ZA n'engendrera pas une perte de connectivité au sein de la plaine agricole au-delà de la ZA elle-même : les cultures, le terrain de l'aérodrome sont des obstacles aux déplacements des amphibiens et aucuns éléments linéaires ne permet leur déplacement au sein de cette matrice.



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Modélisation des continuités écologiques des amphibiens des milieux ouverts et ubiquistes

- État avec projet -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée
continuités écologiques

Tâches d'habitat

- Position importante dans le réseau
- Autres habitats de reproduction

Corridors écologiques linéaires

- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité faible de dispersion
- Autre corridor des espèces à
faible capacité de dispersion
- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité moyenne de dispersion
- Autre corridor des espèces à
capacité moyenne de dispersion
- Autres corridors potentiels

Corridors surfaciques des espèces à capacité faible de dispersion

- 10 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

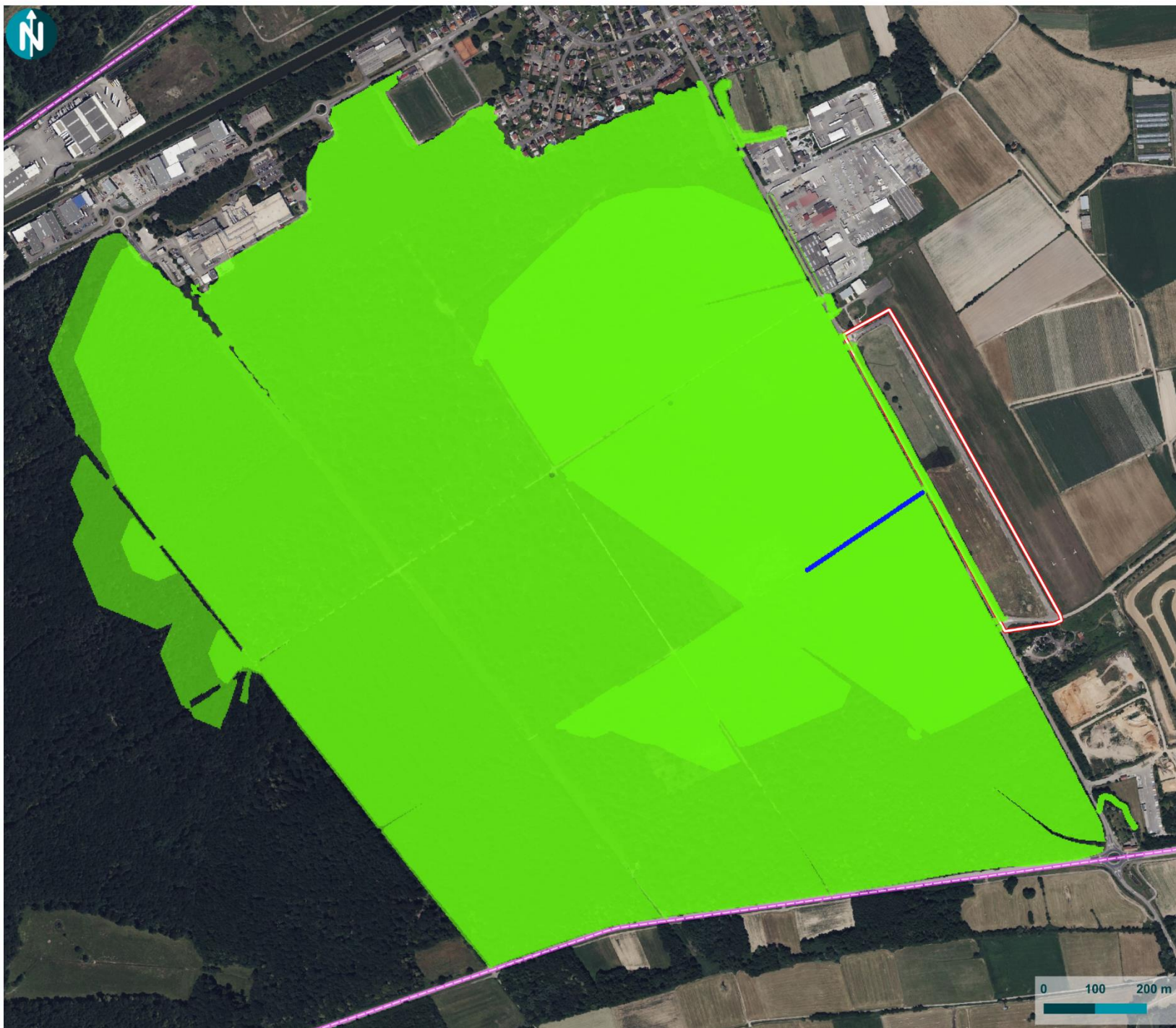
Corridors surfaciques des espèces à capacité moyenne de dispersion

- 12 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

de
de
de

0 100 200 m





Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Continuités écologiques du Triton crêté - État avec projet -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée
continuités écologiques

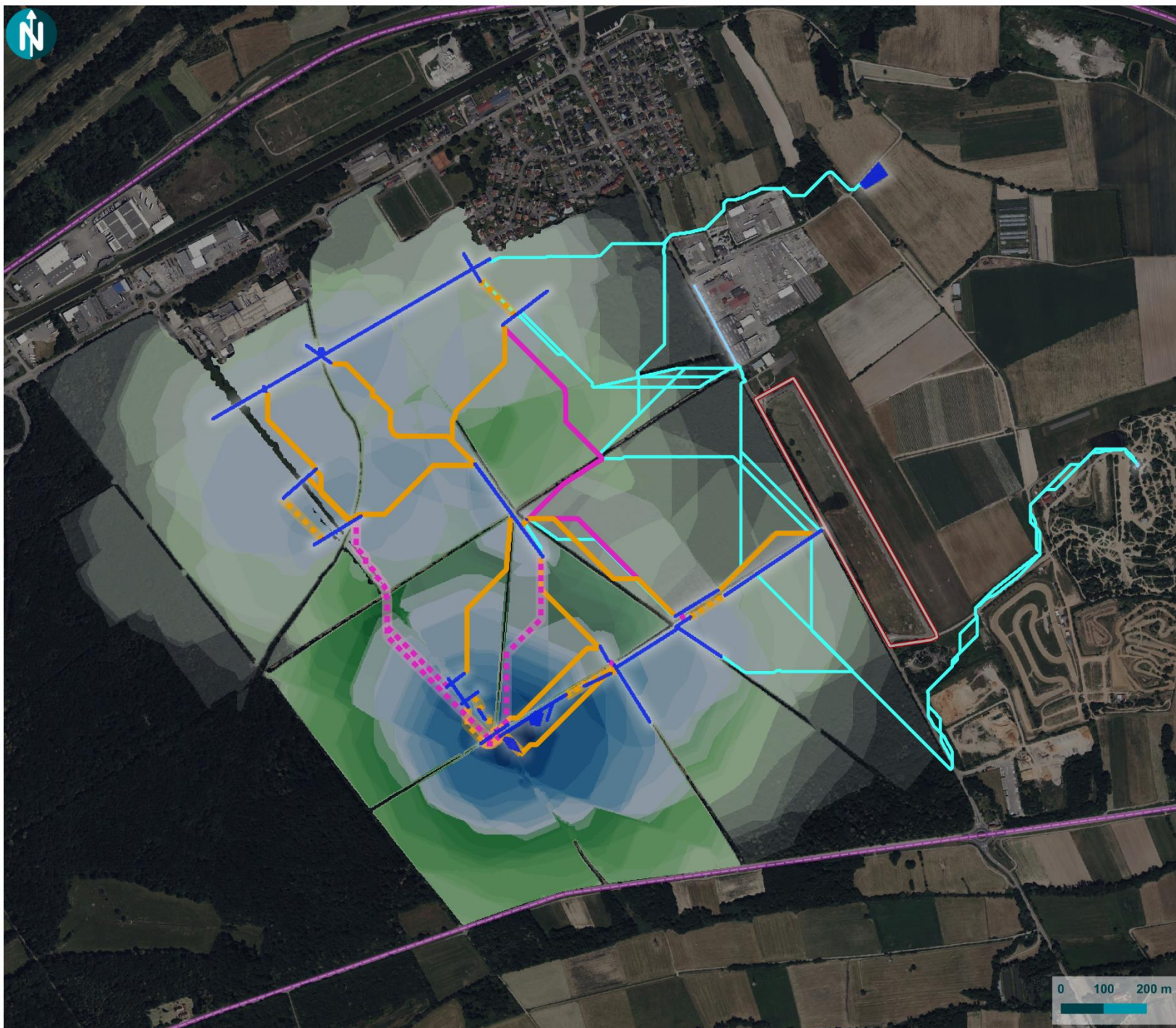
Tâche d'habitat

- Habitat favorable
(reproduction)

Corridor écologique surfacique

- Emprise atteignable par le
Triton Crêté





Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Modélisation des continuités écologiques des amphibiens forestiers

- État avec projet -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques
des amphibiens

- Légende -

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude rapprochée
continuités écologiques

Tâches d'habitat

- Position importante dans le réseau
- Autres habitats de reproduction

Corridors écologiques linéaires

- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité faible de dispersion
- Autre corridor des espèces à
faible capacité de dispersion
- Corridor fonctionnel pour les espèces
à capacité moyenne de dispersion
- Autre corridor des espèces à
capacité moyenne de dispersion
- Autres corridors potentiels

Corridors surfaciques des espèces à capacité faible de dispersion

- 15 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

Corridors surfaciques des espèces à capacité moyenne de dispersion

- 26 : Proximité immédiate
- 0 : Atteignable très difficilement

3.3 Avec projet et mesures d'atténuation et de compensation

3.3.1 Mesures d'atténuation et de compensation envisagée

Cf. Carte 11 : Modélisation du projet de création de la ZA de Steinbourg et des mesures d'atténuation

Cf. Carte 12 : Présentation des actions de création de mares à amphibiens dans le bois de Monsau wald

Dans le cadre du projet, un panel de mesures d'évitement et de réduction ont été définies dès la phase conception afin d'éviter et de réduire l'impact du projet sur les éléments d'intérêt :

- Lors de la mise en œuvre des travaux,
- Lors de la phase d'exploitation du projet.

Ces mesures ont pour objectif de réduire les impacts du projet sur les habitats d'espèce ainsi que sur les individus et les continuités écologiques.

Toutes les mesures d'évitement et réduction proposées sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Liste des mesures d'évitement et réduction

Code mesure	Intitulé mesure	Phase concernée
Mesures de réduction		
MR01	Adaptation de la période de travaux	Travaux
MR02	Création d'un corridor écologique au sein de la ZA (restauration de milieux humides)	Travaux
MR03	Délimitation des emprises travaux et mise en défens d'habitats	Travaux
MR04	Dispositif limitant l'installation de la faune	Travaux
MR05	Aménagements en faveur des amphibiens	Travaux/exploitation
MR06	Réduction des risques de dégradation physiques et chimiques en phase travaux	Travaux
MR07	Adaptation de l'éclairage aux usages et aux espèces	Travaux/exploitation
MR08	Mise en place d'une gestion différenciée des espaces verts	Exploitation
MR09	Création d'hibernaculum	Travaux

Les mesures MR01, MR03, MR04 et MR06 concernent la phase travaux et ont pour objectif global de limiter au maximum le risque d'impact directe ou indirecte sur les individus et les habitats à proximité (risque de destruction d'individus, de dérangement, de pollution).

Les autres mesures ciblent plus les habitats d'espèces et le maintien des continuités écologiques locales.

Les mesures MR02 et MR09 ont notamment pour objectifs de conserver et restaurer les habitats de reproduction favorables aux amphibiens présents sur la zone d'implantation de la ZA (mare centrale et fossé longeant le terrain de l'aérodrome + création d'hibernaculum). La mesure MR05 quant à elle prévoit l'aménagement de plusieurs dispositifs visant à faciliter la traversée de la voirie de la future ZA par les amphibiens (rampes au niveau des trottoirs, dispositif d'évasion des bouches d'égout, etc.).

Ces mesures d'atténuation n'étaient toutefois pas suffisantes pour éviter l'intégralité des impacts et la perte d'habitats de reproduction, et aboutir à un gain net de biodiversité. Une partie des fossés favorables à la reproduction des amphibiens sera détruite ainsi que les dépressions favorables au Sonneur à ventre jaune.

Ainsi, plusieurs actions compensatoires sont également prévues afin de compenser la destruction d'habitats de reproduction des amphibiens. Ces actions consistent en la création d'un réseau de mares fonctionnelles au sein du bois de Monsau wald. Ces mares présenteront des caractéristiques différentes (végétalisation, profondeur, temporalité, exposition) afin de maximiser les offres d'habitats et pouvoir ainsi accueillir un maximum d'espèces d'amphibiens. Des mares pionnières peu profondes sont créées dans le but d'être favorables au Sonneur à ventre jaune, des mares forestières plus profondes sont créées dans le but d'être favorables aux espèces forestières comme le Triton alpestre et des mares héliophiles de plus grandes superficies et profondeurs et pourvues d'une végétation dense visent les espèces des milieux ouverts comme le Triton crêté, le Crapaud commun ou la Grenouille rousse.

La création de mares en réseaux sera particulièrement favorable aux espèces à faible capacité de dispersion (les tritons) et a pour objectif secondaire d'inciter les amphibiens à ne pas traverser la départementale 84, source importante de mortalité. Cet effet ne serait en tout les cas que temporaire : une fois la capacité d'accueil atteinte, les individus devront se disperser en dehors du boisement.



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Modélisation du projet de création de la ZA de Steinbourg et des mesures d'atténuation

Projet de création d'une ZA sur la commune de Steinbourg
- Étude d'impact -



Aire d'étude rapprochée



Plantation de haies



Restauration de prairie hygrophile



Restauration de prairie mésophile



Restauration de roselière

Actions de restauration au sein du corridor écologiques (MR02)



Installation de rampe à amphibiens (MR05)



Installation de barrières anti-retour (MR04)



Barrière de chantier

Secteur du projet



Haie

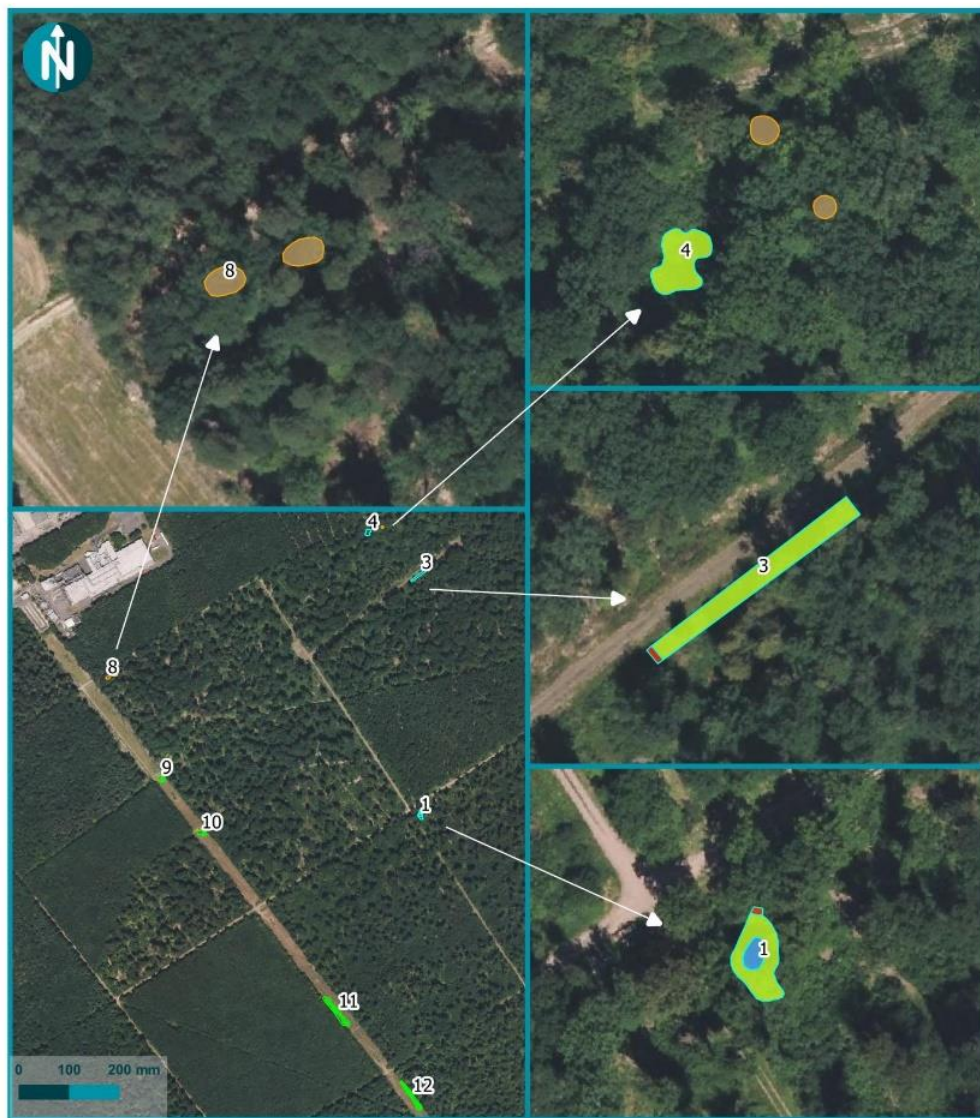


Mégaphorbaie



Zone d'implantation du bâti





Localisation des actions de création de mares à amphibiens Planche 1/2

Projet de création d'une ZA sur la commune de Steinbourg
- Étude d'impact -

Types de mare

- Mare pionnière
- Mare forestière
- Mare héliophile
- Obstruction partielle du fossé

Habitats

- Absence de végétation
- Magnocariçaie
- Mégaphorbiaie
- Phragmitaie
- Surface en eau
- Végétalisation spontanée



Localisation des actions de création de mares à amphibiens Planche 2/2

Projet de création d'une ZA sur la commune de Steinbourg
- Étude d'impact -

Types de mare

- Mare pionnière
- Mare forestière
- Mare héliophile
- Obstruction partielle du fossé

Habitats

- Absence de végétation
- Magnocariçaie
- Mégaphorbiaie
- Phragmitaie
- Surface en eau
- Végétalisation spontanée



3.3.2 Effets attendus des mesures et impacts résiduels du projet sur les continuités écologiques

Cf. Erreur ! Source du renvoi introuvable.

Cf. Carte 14 : Comparatif des continuités écologiques des amphibiens des milieux forestiers pour les 3 états étudiés (état initial, avec projet et avec mesures d'atténuation et de compensation)

Les mesures d'atténuation des impacts permettront de maintenir et de restaurer des habitats de reproduction favorables à l'ensemble des espèces d'amphibiens recensées :

- La mare prairiale centrale sera maintenue et entretenue de façon extensive afin de conserver sa fonctionnalité pour les amphibiens.
- L'implantation de haies le long du corridor combinée à l'installation de dispositifs de franchissement des trottoirs facilitera la traversée de la ZA par les amphibiens pour arriver dans le fossé longeant l'aérodrome, qui sera de nouveau fonctionnel pour leur reproduction.

A noter toutefois, que la modélisation des continuités écologiques met en évidence la nécessité de placer les rampes au droit du corridor et à l'extrémité sud-est. Aucun corridor n'a été identifié au nord-ouest aussi il n'apparaît pas nécessaire de placer des rampes à cet endroit.

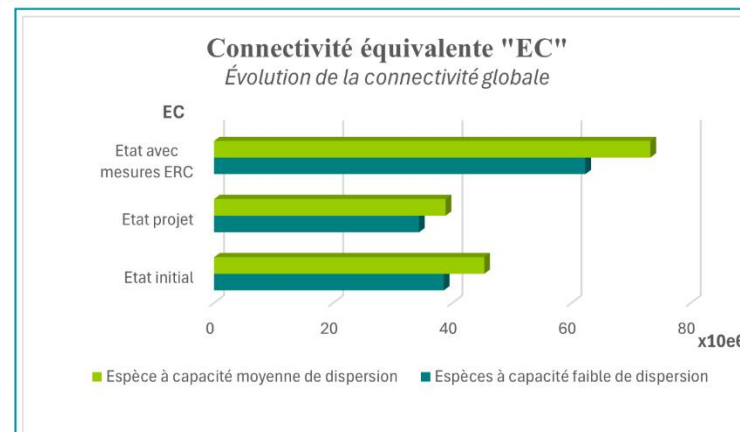
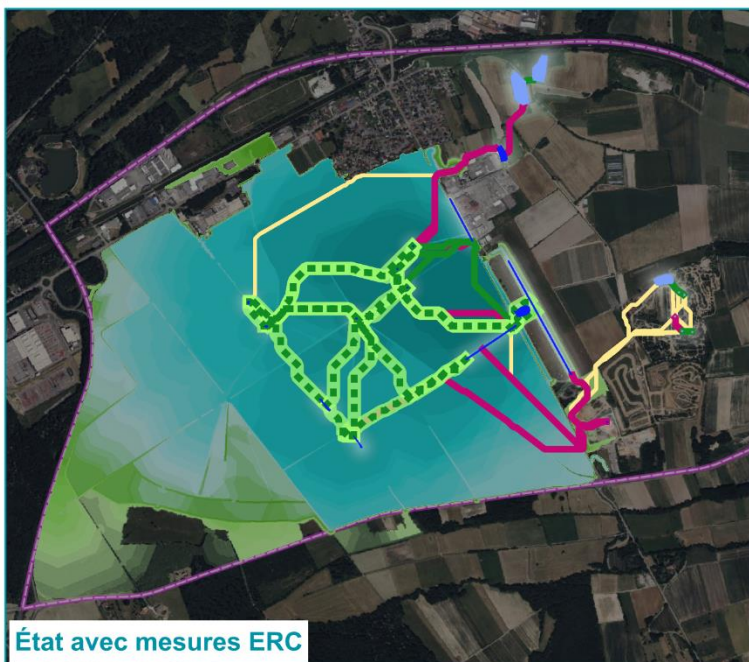
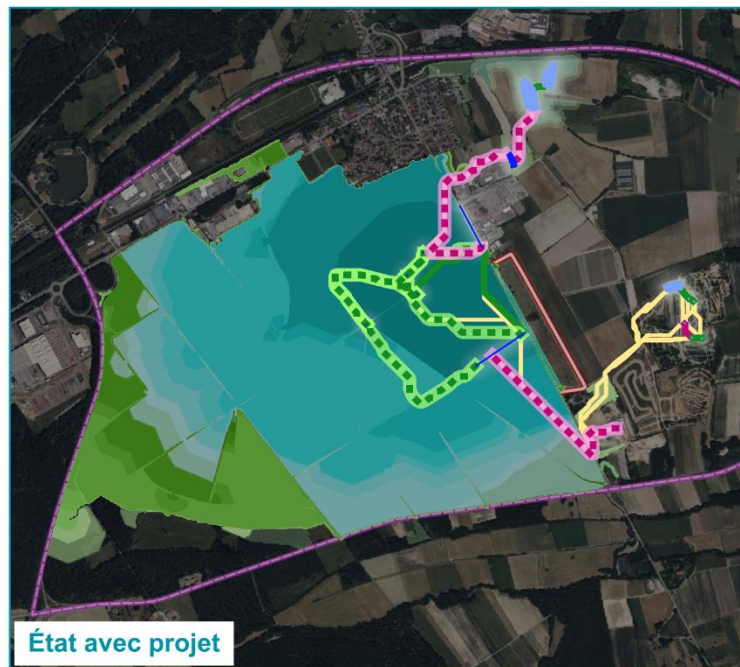
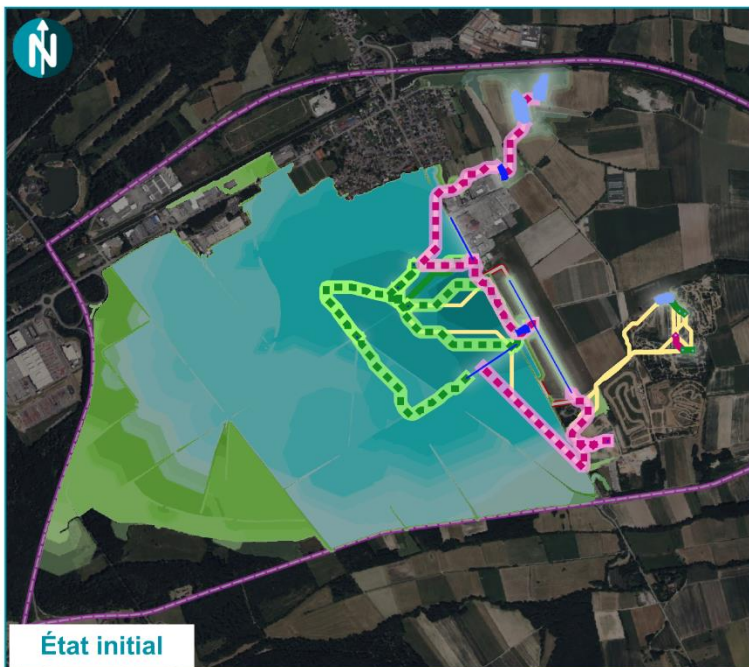
Les mesures de compensation quant à elle engendreront des gains de connectivités importants pour les deux cortèges étudiés en particulier pour le cortège des espèces ubiquistes et des milieux ouverts (dont le Triton crêté). L'implantation des mares héliophiles sous la ligne à haute tension permet d'étendre le réseau de dispersion de ces espèces au secteur ouest du boisement.

Des gains de 61,5% - 61,6% sont attendus respectivement pour les espèces à faible capacité de dispersion (Triton palmé, Triton ponctué, Triton crêté) et pour les espèces à capacité de dispersion moyenne (Crapaud commun, Grenouille rousse, Grenouille agile, Grenouille commune et Grenouille rieuse). Ces gains représentent entre 4,3 et 5,7 fois les pertes qui seraient engendrées par le projet en l'absence de mesures d'atténuation et de compensation.

Pour les espèces forestières, les gains sont plus réduits du fait de la présence d'un réseau de continuités déjà bien fourni dans le bois de Monsau wald, toutefois les actions permettront d'améliorer ce réseau sur le secteur nord-ouest du boisement et permettront également de diversifier et pérenniser les offres en habitats de reproduction.

Des gains de 19,5% - 20,5% sont attendus respectivement pour les espèces à faible capacité de dispersion (Triton alpestre) et pour les espèces à capacité de dispersion moyenne (Sonneur à ventre jaune). Les pertes engendrées par le projet étant négligeable, le projet de compensation engendrera donc des gains nets de connectivités écologiques pour ce cortège.

Par ailleurs, les cartes de modélisation mettent en évidence une baisse de l'intérêt des corridors écologiques dans la plaine agricole (vers les étangs au nord-ouest et vers le terrain de cross au sud-est) pour les espèces ubiquistes et des milieux ouverts. Cela traduit donc qu'au regard des corridors et éléments de reproduction qui seront présents dans le boisement, les amphibiens seront moins enclins à quitter le boisement pour rechercher d'autres habitats de reproduction en dehors (ce qui est un objectif de la compensation afin de limiter le risque d'écrasement des individus lors de la traversée de la D84 et des zones bâties ou fréquentées par l'Homme).



Gains/pertes en connectivité globale

Espèces à capacité faible de dispersion

État initial VS état avec projet : 10.8%

État initial VS état avec mesures : 61.6%

Espèces à capacité moyenne de dispersion

État initial VS état avec projet : 14.3%

État initial VS état avec mesures : 61.5%



Pays de Saverne
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Comparatif des continuités écologiques aux trois phases étudiées

- Amphibiens des milieux ouverts et ubiquistes -

Projet ZA de Steinbourg
Étude des continuités écologiques des amphibiens

Légende

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude continuités écologiques

Tâches d'habitat

- Position importante dans le réseau
- Autres habitats de reproduction

Corridors écologiques linéaires

- Corridor fonctionnel pour les espèces à faible capacité
- Autre corridor des espèces à faible capacité de dispersion
- Corridor fonctionnel pour les espèces à capacité moyenne de dispersion
- Autre corridor des espèces à capacité moyenne de dispersion
- Autres corridors potentiels

Corridors écologiques surfaciques

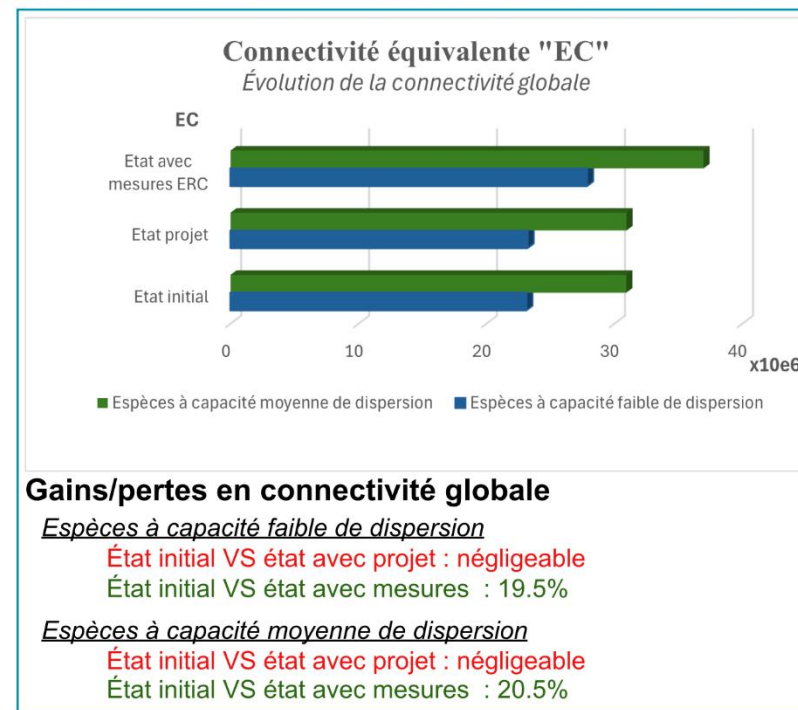
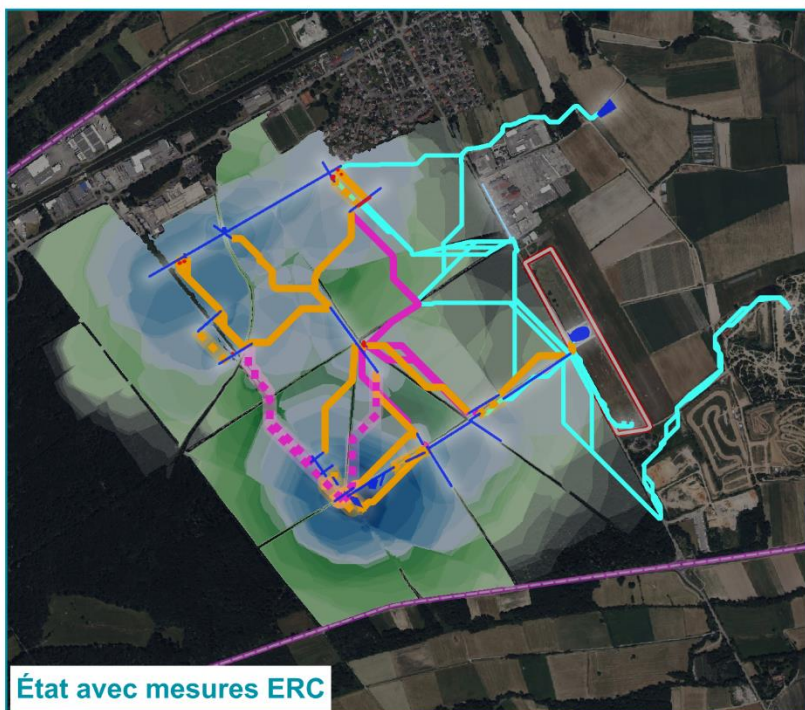
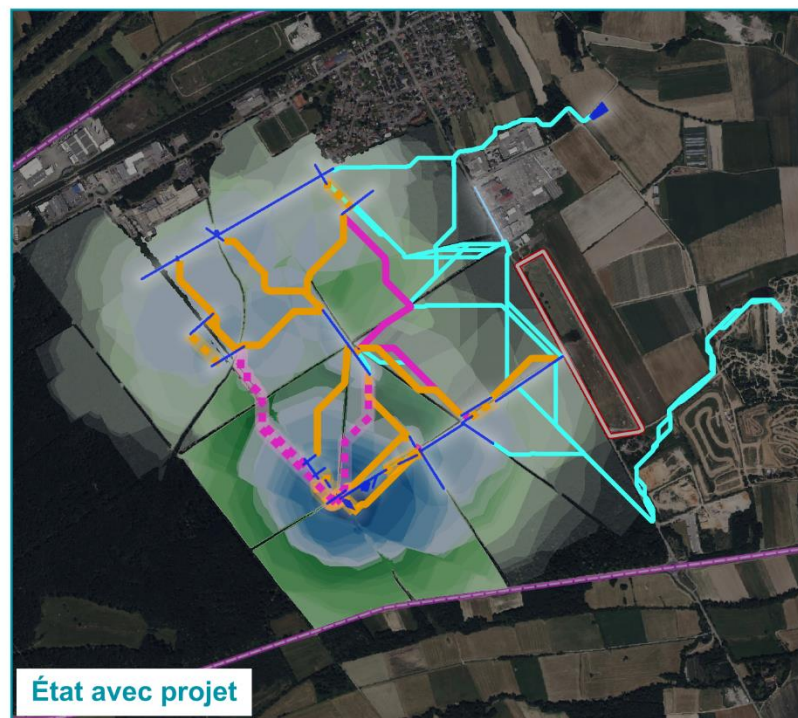
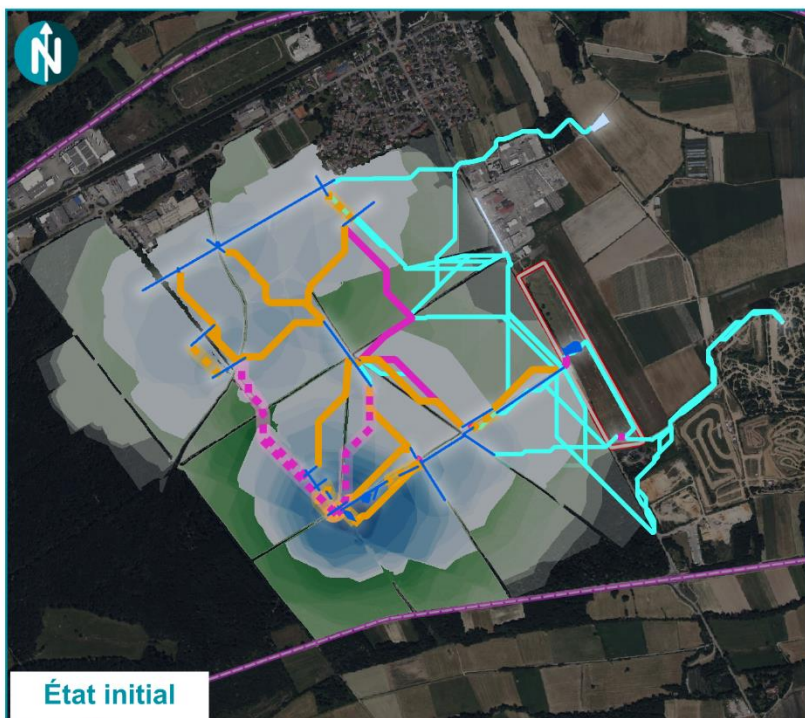
Corridors surfaciques des espèces à capacité faible de dispersion

- Proximité immédiate
- Atteignable très difficilement

Corridors surfaciques des espèces à capacité moyenne de dispersion

- Proximité immédiate
- Atteignable très difficilement





Pays de Saverne
 COMMUNAUTÉ DE COMMUNES

Comparatif des continuités écologiques aux trois phases étudiées

- Amphibiens forestiers -

Projet ZA de Steinbourg
 Étude des continuités écologiques des amphibiens

Légende

- Aire d'étude faune/flore
- Aire d'étude continuités écologiques

Tâches d'habitat

- Position importante dans le réseau
- Autres habitats de reproduction

Corridors écologiques linéaires

- Corridor fonctionnel pour les espèces à faible capacité
- Autre corridor des espèces à faible capacité de dispersion
- Corridor fonctionnel pour les espèces à capacité moyenne de dispersion
- Autre corridor des espèces à capacité moyenne de dispersion
- Autres corridors potentiels

Corridors écologiques surfaciques

Corridors surfaciques des espèces à capacité faible de dispersion

- Proximité immédiate
- Atteignable très difficilement

Corridors surfaciques des espèces à capacité moyenne de dispersion

- Proximité immédiate
- Atteignable très difficilement

4 Conclusion générale

Ce rapport s'inscrit en complément du dossier de demande d'Autorisation Environnemental déposé par la Communauté de Communes du Pays de Saverne (CCPS) pour son projet de création d'une Zone d'Activité sur la commune de Steinbourg, dans le Bas-Rhin (67).

Le présent rapport présente les résultats de l'étude des continuités écologiques favorables aux amphibiens via la méthode Graphab afin de mettre en évidence les impacts résiduels du projet d'aménagement sur les continuités écologiques des amphibiens. Cette étude propose une modélisation des continuités écologiques en l'état initial (avant mise en œuvre du projet), une modélisation avec projet et une modélisation avec mesures d'évitement, de réduction et de compensation. Ces différentes modélisations permettront de mettre en évidence les impacts du projet sur les continuités écologiques et également la pertinence des mesures ERC envisagées avec leurs gains attendus le cas échéant.

Ces modélisations s'appuient notamment sur la théorie des graphes et ses déclinaisons géomatiques, et s'articule autour de l'utilisation du logiciel GRAPHAB, développé par Gilles VUIDEL et Jean-Christophe FOLTETE, au sein du laboratoire THÉMA (Université de Franche-Comté / CNRS), avec le financement du ministère de l'Écologie, du développement durable, des transports et du logement dans le cadre du programme ITTECOP.

À l'état initial, l'étude met en évidence la faible connectivité de la plaine agricole à l'est du bois de Monsau wald pour la plupart des espèces d'amphibiens à l'exception de quelques étangs et éléments arborés favorables à la reproduction et au déplacement des espèces les plus ubiquistes et mobiles. Le bois de Monsau wald est favorable à l'ensemble des espèces d'amphibiens et offre plusieurs opportunités d'habitats de reproduction. La zone d'implantation du projet quant à elle est un élément central des continuités écologiques locales pour tous les amphibiens en offrant des habitats de reproduction fonctionnel à proximité immédiate du boisement (habitat d'hivernage).

En l'absence de mesure d'atténuation, le projet d'aménagement de la ZA de Steinbourg engendrera la **destruction des habitats de reproduction** présent sur la zone d'implantation (mare prairiale et fossé) ce qui engendrera une **perte de connectivité notable pour les amphibiens ubiquistes et de milieux ouverts (et notamment le Triton crêté)** mais restreinte localement. Les autres corridors ne seraient pas impactés. Les impacts sur les espèces forestières sont jugés négligeables.

Cependant, grâce aux mesures d'atténuation (création d'un corridor au sein de la ZA avec conservation d'habitats de reproduction favorables aux amphibiens) et à la création d'un réseau de mare dans le bois de Monsau wald, des gains importants sont attendus sur les connectivités pour l'ensemble des espèces. **Des gains de 4,3 à 5,7 fois la perte engendrée en l'absence de mesure sont attendus pour les amphibiens ubiquistes et de milieux ouverts (dont le Triton crêté) et des gains sont également attendus pour les espèces forestières.**

Cette étude des continuités écologiques des amphibiens permet de conclure à la cohérence et à la pertinence du programme de mesures d'atténuation des impacts et du programme compensatoire envisagé par la CCPS. Au regard des résultats des modélisations effectuées, le projet n'engendrerait pas de perte notable de connectivités écologiques pour les amphibiens.

Il convient cependant de préciser que ces résultats sont des modélisations qui, bien qu'appuyées sur des relevés de terrains précis et complets, ne représentent pas les déplacements réels des amphibiens.

Des mesures de suivi sont prévues afin de s'assurer de l'efficacité et de la pertinence des mesures d'atténuation et de compensation (suivi de la migration des amphibiens par la LPO et le PONSE, suivi des populations d'amphibiens sur la ZA et dans le bois de Monsau wald)

Par ailleurs, si la création d'un réseau de mares dans le bois de Monsau wald devrait inciter les amphibiens à rester dans le boisement, il est important de rappeler que la route départementale 84 constitue un risque de mortalité important indépendamment de la réalisation du projet d'aménagement de la ZA de Steinbourg. Des actions visant à réduire ce risque et à faciliter la traversée de la voirie par les amphibiens devraient être étudiées conjointement avec les acteurs locaux (CCPS, DDT, LPO, PONSE). À noter que la CCPS s'engage à mettre en œuvre un suivi de la mortalité au droit de la départementale afin de s'assurer que la ZA et sa fréquentation n'engendrera pas de mortalité supplémentaire.

5 Bibliographie

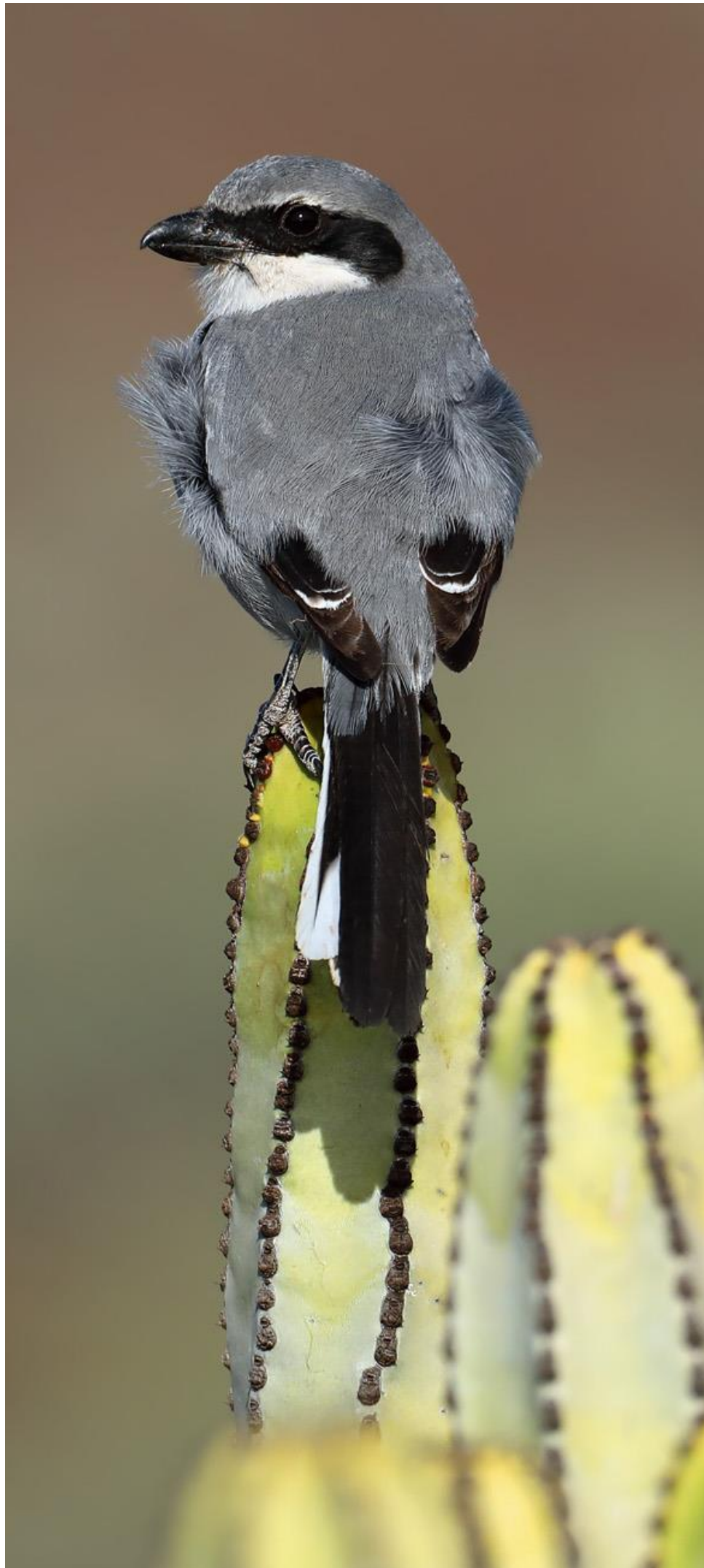
5.1 Bibliographie générale

- ODonat GRAND EST, 2024 – Projet de zone d'activité – Synthèse des données naturalistes, 49 p.
- ACEMAV coll., Duguet R. & Melki F. ed., 2003 - Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope. éditions Biotope. Mèze (France). 480p
- Bergès & al. (2019) : Laurent Bergès, Catherine Avon, Lucie Bezombes, Céline Clauzel, Rémi Duflo, et al. Intégrer la connectivité paysagère dans la séquence ERC : une approche par la quantité d'habitat atteignable. VertigO : La Revue Électronique en Sciences de l'Environnement, VertigO, 2019, 19 (2).
- Bourgeois & Sahraoui (2020) : Bourgeois, M., & Sahraoui, Y. (2020). Modelling in the Context of an Environmental Mobilisation : A Graph-Based Approach for Assessing the Landscape Ecological Impacts of a Highway Project. Ekológia (Bratislava), 39, 100 - 88.
- CGDD [1] (2021) : Alexia Andreadakis, Fabien Benoit, Daniel Berthault, Charlotte Bigard, Frédérique Millard (membres du Commissariat Général au Développement Durable). Guide pour la mise en œuvre de l'évitement – concilier environnement et aménagement des territoires. Mai 2021
- CGDD [2] (2021) : Alexia Andreadakis (CGDD), Charlotte Bigard (AgroParisTech), Naomi Delille (CGDD), Françoise Sarrazin (OFB), Thomas Schwab (Cerema). Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique – guide de mise en œuvre. Mai 2021
- CGDD (2018) : ALLIGAND Gurvan (CGDD), HUBERT Séverine (Cerema Centre-Est), LEGENDRE Tiphaine (CGDD), MILLARD Frédérique (CGDD) et MÜLLER Alice (CGDD). Évaluation environnementale – Guide d'aide à la définition des mesures ERC. Janvier 2018.
- Foltête & al. (2015) : Jean-Christophe Foltête, Eve Afonso, Céline Clauzel, Xavier Girardet, Patrick Giraudoux, et al. Graphab 2 : Graphes paysagers pour évaluer et atténuer l'impact des grandes infrastructures de transport sur les espèces. [Rapport de recherche] ThéMA, UMR 6049 ; Chrono-Environnement, UMR 6249 ; MSHE Ledoux, USR 3124. 2015, 96 p
- Foltête & al. (2012) : Foltête J.C., Clauzel C., Vuidel G., 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks Environmental Modelling & Software, 38: 316-327.
- Legros B., Puissauve R., de Massary J-C., 2015. Fiches d'information sur les aquatiques protégées : Triton alpestre, *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768). Service du patrimoine naturel du MNHN & Onema.
- McRae & al. (2008) : McRae, B.H., B.G. Dickson, T.H. Keitt, and V.B. Shah. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation. Ecology 10: 2712-2724.
- McRae (2006) : McRae, B.H. 2006. Isolation by resistance. Evolution 60:1551-1561.
- Nöllert A. & Nöllert C., 2003 - Guide des amphibiens d'Europe : Biologie, identification, répartition. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris (France). 383p.
- Pichenot (2008) : Contribution à la Biologie de la Conservation du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* L.) Écologie spatiale et approche multi-échelles de la sélection de l'habitat en limite septentrionale de son aire de répartition, Université de Reims Champagne-Ardenne, 191 p.
- Puissauve R., Boissinot A & De Massary J-C. 2015. Fiches d'information sur les espèces aquatiques protégées : Triton crêté, *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768). Service du patrimoine naturel du MNHN & Onema.
- Sahraoui (2017) : Sahraoui, Yohan & Foltête, Jean-Christophe & Clauzel, Céline. (2017). Apports d'une approche multi-espèces pour évaluer l'impact des changements d'occupation du sol sur la connectivité paysagère.

- SORDELLO R. (2012). Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* (Linnaeus, 1758)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 9 pages.
- Tarabon (2020) : Simon Tarabon. La prise en compte des fonctionnalités écologiques dans l'aménagement des territoires et l'application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser : De l'échelle projet à la planification. Autre. Université d'Avignon, 2020.

5.1.1 Sites Internet

- Observatoire de la faune de Bourgogne : fiche Triton crêté : https://ressources.shna-ofab.fr/fr/fiches-especes/triton-crete-triturus-cristatus_45_T139.html (dernière consultation le 17 juin 2024)



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B.P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

